

A Web 2.0, suas tecnologias e aplicações educacionais

Relatório Técnico – NCE / UFRJ

Maurício Nunes da Costa Bomfim
mauricio@nce.ufrj.br

Fábio Ferrentini Sampaio
ffs@nce.ufrj.br

Fevereiro de 2008

Sumário

1. Introdução	1
2. A Web 2.0	3
3. Aplicativos Web 2.0	8
3.1. Blogs	8
3.2. Wikis	11
3.3. Favoritos compartilhados e classificação dos conteúdos	12
3.4. Compartilhamento de arquivos multimídia	15
4. As Tecnologias da Web 2.0	18
4.1. AJAX (Asynchronous Javascript and XML)	19
4.2. Serviços Web	24
4.3. REST (REpresentational State Transfer)	27
4.4. Sindicacão: RSS e Atom	31
4.5. JavaScript Object Notation (JSON)	35
4.6. OpenID - Uma solução para o problema da autenticação	37
5. Web 2.0 na Educação	41
5.1. E-learning 2.0	42
5.2. Ambientes Pessoais de Aprendizagem	44
6. Considerações Finais	50
Referências	52

Agradecimentos

Nossos agradecimentos ao colega João Sérgio dos Santos Assis, com quem estamos trabalhando no desenvolvimento do ambiente AvaNCE, realizado a partir do aprendizado das tecnologias e do amadurecimento proveniente da discussão das idéias apresentadas neste trabalho.

1. Introdução

Muito se tem dito sobre uma nova geração de serviços e aplicativos da Web e dos recursos, tecnologias e conceitos que permitem um maior grau de interatividade e colaboração na utilização da Internet. Para designar este fenômeno, Tim O'Reilly cunhou o termo Web 2.0 que popularizou-se rapidamente a partir da publicação do artigo intitulado “What is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software” (O'Reilly, 2005).

Embora possa parecer que este termo esteja associado a uma grande mudança tecnológica, ele na verdade se refere apenas a uma nova forma com que a Web vem sendo encarada por seus usuários e desenvolvedores. Não existe uma nova versão, afinal a maior parte das tecnologias envolvidas neste processo já existe há alguns anos, elas só passaram a ser utilizadas de uma forma diferente. O que existe é um conjunto de princípios e práticas comuns em algumas aplicações e serviços na Internet, bastante populares hoje em dia¹. É a este triângulo composto de princípios, tecnologias e aplicações, que comumente se chama de Web 2.0.

Estamos vivendo uma transição para uma Web onde os usuários deixam de ser apenas receptores de informação, para serem participantes mais ativos no processo de produção de conteúdos. Assim, a Web 2.0 pode ser considerada como um fenômeno social, caracterizado pela descentralização, pelo compartilhamento e pelo reuso, na qual são valorizados o conteúdo colaborativo e a inteligência coletiva. O conteúdo deve ser produzido e consumido por qualquer um, de forma simples e direta.

No que diz respeito a suas aplicações educacionais, a associação da teoria construtivista (Moreira, 1999) com as idéias da Web 2.0, podem apontar para caminhos que provavelmente serão seguidos pelos Ambientes Virtuais de Aprendizagem num futuro próximo. Isso porque a teoria construtivista baseia-se no fato de que o aprendizado ocorre com maior facilidade quando os

¹ Entre estes serviços, é possível citar: o Google (<http://www.google.com>), a Wikipedia (<http://wikipedia.org>), e a Amazon (<http://www.amazon.com>).

alunos são ativos - pensando, escrevendo, experimentando, criando e inventando - exatamente como pregam os princípios da Web 2.0.

O Grupo de Informática Aplicada à Educação (Ginape) do NCE, além de sua atuação como responsável pela linha de pesquisa de Informática, Educação e Sociedade do Programa de Pós-graduação em Informática da UFRJ, vem trabalhando nos últimos anos com Ensino a Distância, particularmente no desenvolvimento de ferramentas e metodologias. Neste sentido, iniciamos um estudo das possibilidades da aplicação dos conceitos da Web 2.0 na educação. Este trabalho, portanto, é fruto de uma pesquisa bibliográfica mais sistemática nesta área, realizada nos últimos 8 meses. Ele é composto de quatro capítulos, além desta introdução, onde serão apresentados: a Web 2.0, seus princípios, aplicativos, tecnologias e aplicações educacionais. Assim, no capítulo 2 serão discutidos os princípios da Web 2.0 assim como os seus conceitos relacionados. O capítulo 3 apresenta uma descrição dos principais aplicativos, chamados frequentemente de Software Social, que são fundamentados nestes princípios. O capítulo 4 apresenta as principais tecnologias que viabilizam alguns aspectos do desenvolvimento destas aplicações. O capítulo 5 trata das possibilidades educacionais da Web 2.0, e um novo conceito de ambiente de aprendizagem onde estas idéias são utilizadas de forma a favorecer a construção do conhecimento. Por fim, no capítulo 6, serão apresentadas as conclusões e os trabalhos futuros relacionados com a proposta deste relatório técnico.

2. A Web 2.0

O objetivo deste capítulo é apresentar os princípios básicos da Web 2.0 mencionados por O'Reilly (2005). Uma visão geral da interligação dos assuntos aqui abordados é apresentada na Figura 1, a seguir.

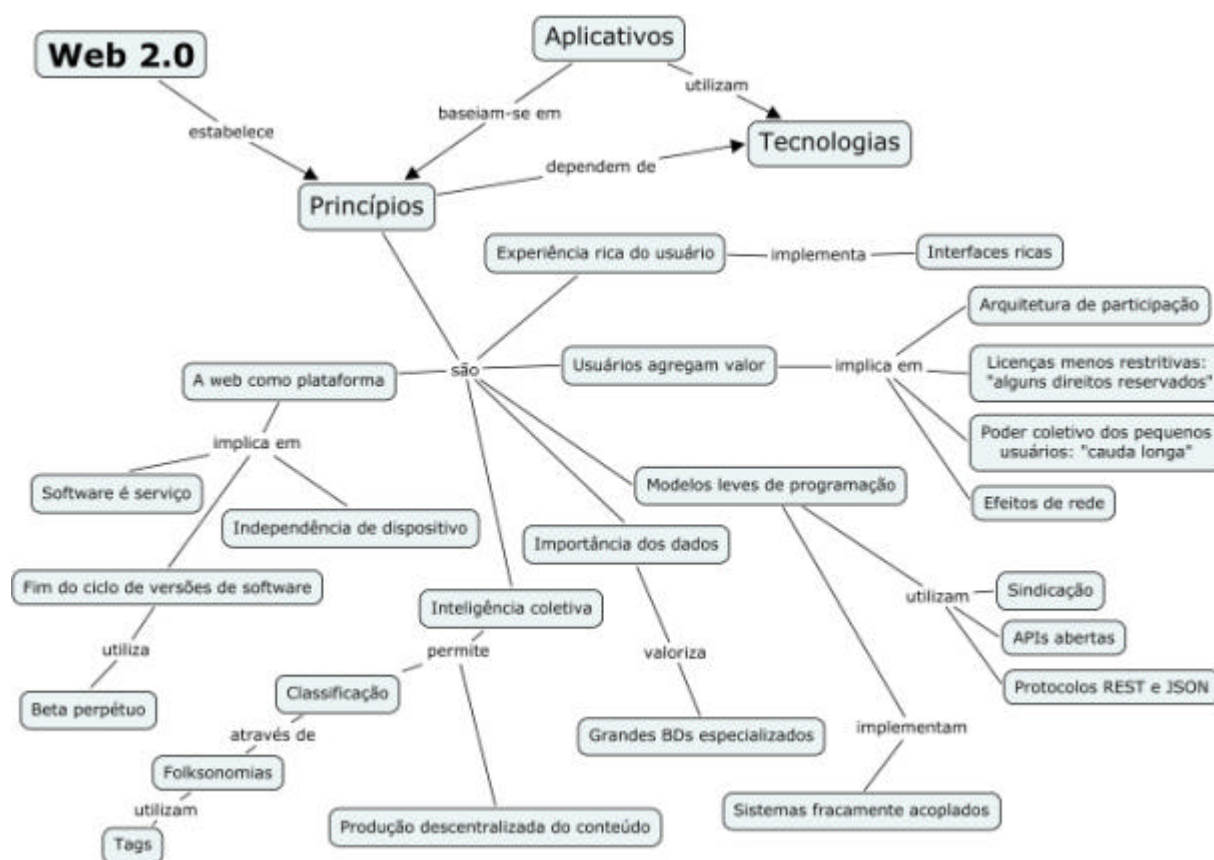


Figura 1 – Mapa conceitual dos princípios da Web 2.0

A web como plataforma

A Web é uma fonte de conteúdo e funcionalidades, uma plataforma servindo aplicações a usuários finais. Em lugar de comercializar sistemas, o desenvolvedor publica-os na web para que sejam utilizados livremente.

O software agora é apresentado como um serviço e não um produto, acarretando mudanças fundamentais no modelo de negócio das companhias e o fim do seu ciclo de versões. Como não existe uma versão final a ser distribuída, as ferramentas estão sempre em produção, sendo continuamente testadas por um grande número de usuários. Em oposição ao que acontece com softwares tradicionais, com instaladores e dependentes de um sistema operacional, aplicativos web podem ser atualizados de forma automática e independente da ação do usuário final. Assim, a atividade de suporte ao serviço passa a ser tão importante quanto o desenvolvimento.

As aplicações Web não se limitam mais à plataforma PC. O princípio da Web como Plataforma estende a idéia de aplicações formadas por serviços que são providos por múltiplos computadores. Além do PC como dispositivo para acesso à Internet, é possível utilizar qualquer equipamento que esteja conectado, como computadores de bolso (PDAs), celulares e ipods. Esta é uma das áreas da Web 2.0 onde se espera que ocorram as maiores mudanças, à medida que aumente a variedade de dispositivos conectados.

Tirando partido da inteligência coletiva

A inteligência coletiva é um termo utilizado pelo filósofo Pierre Lévy para designar um princípio onde as inteligências individuais são somadas e compartilhadas por toda a sociedade, potencializadas com o advento de novas tecnologias de comunicação, como a Internet (Lévy, 1998).

O conteúdo da Web 2.0 depende das pessoas que estão conectadas a ela, sendo alimentado dos textos, fotos e vídeos que são publicados pelos próprios usuários. Além do incentivo à colaboração através da facilidade para publicar conteúdos, as aplicações podem tirar partido de seus usuários, aproveitando-se de informações sobre as escolhas realizadas por ele. É possível então identificar padrões de comportamento que possam ser sugeridos aos demais usuários que tenham o mesmo perfil. É como se os sistemas tivessem a capacidade de melhorar à medida que são mais utilizados.

Neste modelo, podemos pensar a existência de uma parceria implícita entre desenvolvedor e usuário onde este se utiliza dos serviços oferecidos sem pagar pelos mesmos diretamente, mas em contrapartida, agrega valor à própria aplicação através de sua utilização.

Outro conceito associado à inteligência coletiva é a folksonomia² que, em oposição à taxonomia, é uma maneira de categorizar informações colaborativamente através do uso de palavras-chaves definidas livremente, conhecidas como tags. Os precursores na sua utilização foram os sítios del.icio.us³, flickR⁴ e youTube⁵, três sucessos da Web 2.0.

Os dados de uma aplicação são o seu verdadeiro valor

Os aplicativos da Web são, cada vez mais, apoiados por grandes bancos de dados especializados. Existem bancos de dados utilizados pelos mecanismos de busca que indexam as referências para as páginas da Internet, bancos de imagens capturadas por satélites e mapas, bancos de produtos e consumidores das grandes lojas virtuais, só para citar alguns. O maior valor destas empresas está nos dados que ela mantém e não no software propriamente dito.

Modelos leves de programação

A Web 2.0 prega a construção de sistemas fracamente acoplados⁶ onde as funcionalidades são construídas e agregadas. Entre as principais tecnologias utilizadas para atingir este modelo estão a sindicância e a definição de APIs abertas baseadas em protocolos leves como REST e JSON.

A sindicância possibilita a utilização de conteúdos de sites por terceiros, em outros ambientes. Baseado em formatos padronizados como RSS (Really Simple Syndication) ou Atom, as informações são publicadas sem se preocupar com o que será feito com elas em seu destino. Cabe

² Do inglês folksonomy, um neologismo criado por Thomas Vander Wal através da combinação das palavras folk e taxonomy.

³ <http://del.icio.us>

⁴ <http://www.flickr.com>

⁵ <http://www.youtube.com>

⁶ Sistemas fracamente acoplados são aqueles onde módulos interagem entre si através de interfaces estáveis sem que haja a necessidade de um conhecer a implementação interna do outro.

à aplicação requisitante decodificar o arquivo recebido, apresentando-o ao usuário de alguma forma.

O projeto reutilizável através de APIs abertas, permite que os aplicativos Web 2.0 incorporem facilmente novos serviços e cedam funcionalidades para serem agregadas por terceiros. Por exemplo, em lugar de utilizar protocolos pesados carregados de formalismos como o SOAP (Simple Object Access Protocol), é mais simples fornecer dados XML via HTTP através da abordagem leve chamada de REST (Representational State Transfer). Este fato permite que estes aplicativos sejam construídos a partir de uma rede cooperativa de serviços de dados, oferecendo interfaces para serviços web e sindicância de conteúdo e reutilizando os serviços de dados de outros.

Usuários agregam valor

O projeto de uma “arquitetura de participação” no desenvolvimento do software é fundamental para não restringir o envolvimento dos usuários. Alguns aspectos a serem considerados aqui são:

A proteção da propriedade intelectual restringe o reuso e a experimentação. Portanto, as licenças para os usos dos serviços devem ser as menos restritivas possíveis para incentivar não só a reutilização dos serviços oferecidos, como a própria adoção do público, implicando na agregação de inteligência coletiva. O conjunto de licenças padronizadas para gestão aberta livre e compartilhada de conteúdos e informação Creative Commons (CC) é o modelo normalmente utilizado pelos serviços da Web 2.0.

A internet é constituída de um pequeno número de grandes sítios provedores de conteúdo e informação, se comparados a infinidade de pequenos sítios existentes. O poder coletivo destes pequenos sítios que constituem a maior parte do conteúdo da internet, frente ao pequeno número de grandes usuários é um fenômeno conhecido como cauda longa. A Web 2.0 incentiva o auto-serviço do cliente e a automatização dos processos, de forma a contemplar igualmente aos pequenos e aos grandes usuários.

Apesar de muito se falar no incentivo à participação dos usuários, a realidade é que apenas uma pequena percentagem destes se dará ao trabalho de colaborar adicionando valor às aplicações. Uma estratégia a ser adotada é o fato de, apesar disso, dados poderem ser agregados como efeito colateral à sua utilização. Por exemplo, se a aplicação armazena as pesquisas realizadas por seus clientes numa base de produtos, estas informações podem ser usadas posteriormente num sistema de recomendação para novos clientes.

Experiência rica do usuário

As tecnologias utilizadas pela Web 2.0 permitem a criação de aplicações Web com interfaces muito mais ricas que as aplicações Web tradicionais. O Ajax é uma combinação de algumas tecnologias, capaz de buscar informações assincronamente no servidor exibindo-as na tela do usuário, sem que esta precise ser totalmente recarregada pelo navegador, representando uma mudança no paradigma de funcionamento das aplicações Web através de requisições e respostas.

3. Aplicativos Web 2.0

O objetivo deste capítulo é apresentar os principais aplicativos da Web 2.0. Uma visão geral da interligação dos assuntos aqui abordados é apresentada na Figura 2, a seguir.

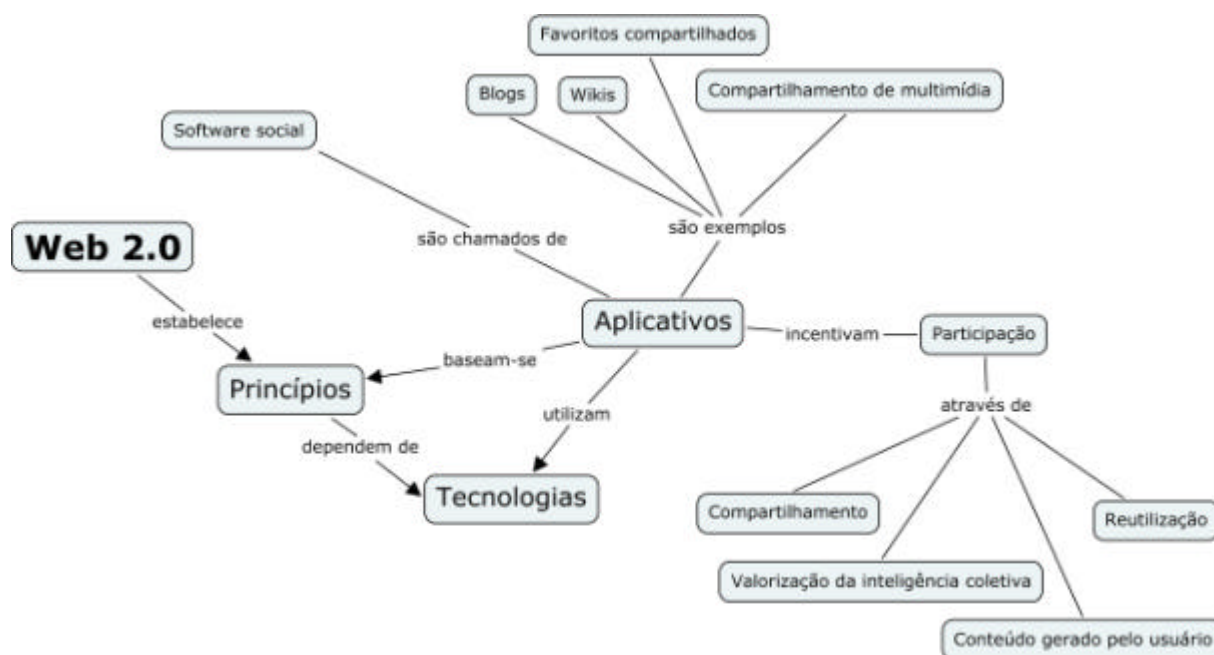


Figura 2 – Mapa conceitual dos aplicativos da Web 2.0

Existe um grupo de serviços e aplicativos na Web como, blogs, wikis, podcasts, e feeds RSS que são intimamente relacionados aos conceitos da Web 2.0. Estas aplicações, frequentemente chamadas coletivamente de software social, são exemplos claros de valorização da participação dos usuários na produção de conteúdos na internet. (Alexander, 2006).

3.1. Blogs

Termo criado em 1997 por Jorn Barger, autor do primeiro blog de que se tem notícia. É uma abreviação de weblog, o termo original. Um blog é uma página na web que consiste de uma seqüência de fragmentos de texto ou publicações (posts) ordenados cronologicamente com os mais recentes aparecendo primeiro. Um servidor de blog é um sistema de software que implementa uma interface Web com as funcionalidades de um blog. Além de facilitar a

publicação de informações na Web por qualquer usuário, os blogs permitem uma troca de opiniões entre o escritor e o seu público extremamente rica, uma vez que os visitantes podem comentar cada publicação.

Com o tempo o conteúdo mais antigo de um blog é arquivado, permanecendo acessível através de sua data de publicação. Geralmente os blogs possuem também mecanismos de classificação através de palavras-chaves, que auxiliam a localização posterior de uma publicação através desta classificação. A facilidade de publicar um blog, assim como de comentar e estabelecer hiperlinks com outros blogs, criou um ambiente tão particularmente conectado, que o mesmo é frequentemente tratado como *blogosfera*.

Alguns conceitos comuns a diversas implementações de blogs são os *permalinks* e o *trackback*. *Permalink* é uma URL gerada pelo servidor de blog, associada permanentemente com uma publicação particular dentro de um blog, de forma a facilitar sua localização posterior. Mesmo que uma publicação seja arquivada pelo sistema de blog ou seu título seja alterado, a sua URL de referência permanece a mesma.

Trackback é um mecanismo que permite que um blog notifique outro quando o primeiro faz referência a algum conteúdo publicado pelo segundo, permitindo que um autor conheça os outros blogs que o estão referenciando. Estas informações podem ser exibidas, juntamente com a própria publicação do blog, de forma que os leitores também possam ter acesso às outras publicações relacionadas.

Devido à sua estrutura linear e ao dinamismo de suas publicações, os blogs são aplicações bastante adequadas à utilização de sindicância, sendo que esta facilidade já é normalmente implementada pela maioria dos servidores.

A Figura 3 apresenta um exemplo de utilização do blog Roller, ilustrando sua publicação mais recente, o acesso a mensagens anteriores por data e por palavra-chave, a inserção de comentários, a lista de blogs relacionados, os links para assinatura de canais de RSS e o acesso direto a outras aplicações através do permalink.

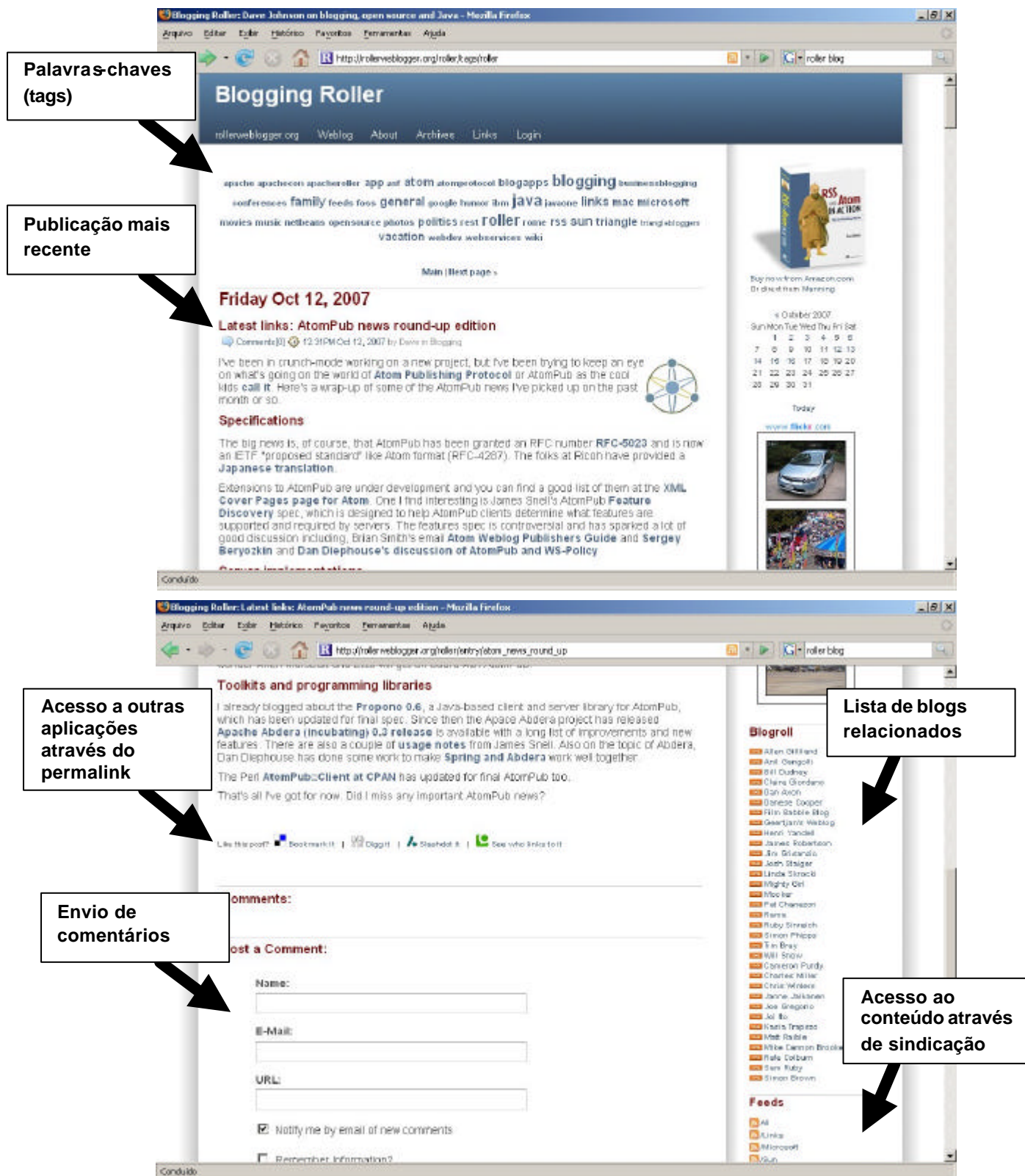


Figura 3 – Principais características de um blog

Como o conteúdo dos blogs é dinâmico, proveniente de bancos de dados, as ferramentas de busca da Web têm dificuldade em indexá-los se utilizarem os mesmos mecanismos aplicados às páginas web estáticas tradicionais. Assim, existem ferramentas especializadas na busca de blogs, como o Technorati⁷ e a pesquisa de blogs do Google⁸. Estas ferramentas, em geral, utilizam-se do fato dos blogs publicarem seus conteúdos através de syndicação para obter atualizações frequentes e indexá-las na sua base de dados garantindo a localização de informações mais recentes. Além disso, devido à estruturação das informações permitida pelos formatos de syndicação, é possível utilizar critérios mais precisos para encontrar publicações, como por exemplo, estabelecer restrições para a data da publicação procurada.

3.2. Wikis

Um Wiki é uma ferramenta colaborativa que facilita a produção do trabalho em grupo. Mais especificamente, é um software baseado na Web que permite a criação de sítios onde é dada a permissão de alterar seu próprio conteúdo, aos seus visitantes. A edição de uma página wiki pode ser realizada através do próprio navegador, bastando clicar num link apropriado. Isso faz do Wiki uma plataforma simples e fácil de usar para o trabalho colaborativo de produção de textos (Ebersbach, Glaser e Heigl, 2005, p10).

Um wiki pode ser implementado como um conjunto de páginas na Web que pode ser editado por qualquer usuário, ou dependendo da finalidade, o acesso para atualização pode ser restringido a um grupo específico de usuários.

Como a atualização dos Wikis não é centralizada, é necessário um mecanismo de segurança com controle de versões que permita a recuperação de conteúdos perdidos acidentalmente. Com esta finalidade, é normalmente armazenado um histórico de modificações, para que versões anteriores possam ser recuperadas posteriormente.

⁷ Disponível em <http://www.technorati.com>

⁸ Disponível em <http://www.google.com.br/blogsearch>

A Wikipedia⁹ é um exemplo bem sucedido de utilização de um Wiki e que contribuiu para a popularização deste tipo de ferramenta (Figura 4).



Figura 4 - Exemplo de utilização de Wiki

3.3. Favoritos compartilhados e classificação dos conteúdos

Outros aplicativos muito relacionados à Web 2.0 são os serviços de gerência de favoritos compartilhados (social bookmarking). Eles são sítios que oferecem a seus usuários, a possibilidade de armazenar e compartilhar seus links favoritos. Como as informações são armazenadas remotamente num servidor central, é possível acessá-lo de qualquer computador. Além disso, o compartilhamento das informações permite não só tornar públicas as suas referências, como é possível buscar referências relevantes, nos favoritos de outras pessoas que tenham interesses semelhantes.

⁹ Disponível em <http://wikipedia.org>

Cada link é armazenado através de sua URL, juntamente com um título, uma descrição e algumas palavras-chaves ou tags. Todas essas informações são definidas livremente pelo usuário que incluiu a referência.

Um conceito fortemente associado à exploração da inteligência coletiva é a classificação dos conteúdos através de tags. Uma tag é uma palavra-chave ou um descritor, que não faz parte de um sistema de classificação formal. As tags são definidas e associadas livremente pelos usuários aos objetos da Web de forma a descrevê-los. Uma das primeiras aplicações a utilizar este conceito foi o del.icio.us¹⁰, um site de favoritos compartilhados. A utilização de tags foi tão bem aceita no contexto da Web 2.0 que sua utilização logo transcendeu a marcação de favoritos para ser utilizada por praticamente qualquer objeto como imagens, filmes, publicações em blogs ou fóruns de discussão.

A utilização de tags é muito mais flexível do que armazenar os objetos em pastas, pois um objeto pode pertencer a várias categorias e não há necessidade de estabelecer uma hierarquia entre elas. Além disso, o fato das categorias serem também compartilhadas permite que o sistema no momento da classificação sugira tags relacionadas que já foram utilizadas por outros usuários.

¹⁰ Disponível em <http://del.icio.us>

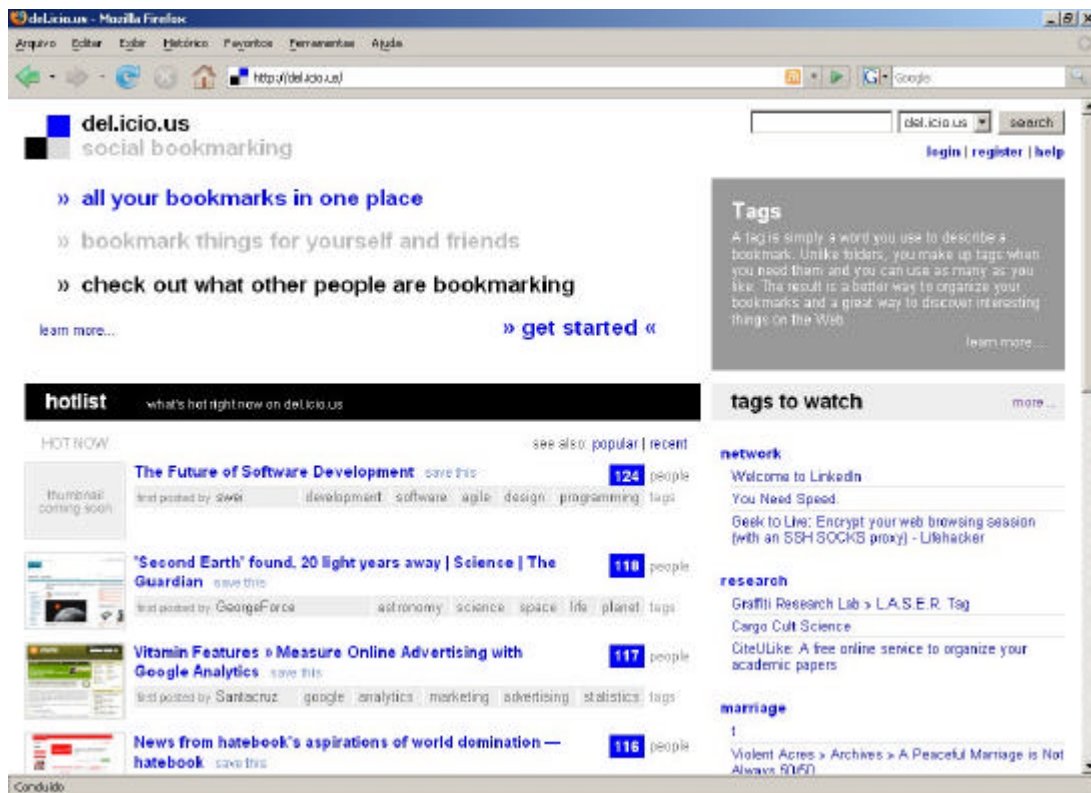


Figura 5 - del.icio.us - Primeiro sistema de favoritos compartilhados com classificação de conteúdos.

Nuvens de tags (tag clouds) são representações gráficas das tags utilizadas por um grupo de usuários de um serviço. As palavras são normalmente apresentadas em ordem alfabética, sendo que algumas delas são destacadas, através do tamanho da letra ou da cor com que são representadas. Este destaque representa o número de ocorrências (frequência) com que são utilizadas sendo que, quanto maior o destaque da palavra, mais popular ela é. Assim, esta representação permite a todos os usuários uma visão estatística do uso das tags, facilitando o seu compartilhamento. A Figura 6 apresenta um exemplo de nuvem de tags utilizado pelo del.icio.us.



Figura 6 - Nuvem de tags do del.icio.us

3.4. Compartilhamento de arquivos multimídia

Paralelamente ao surgimento da Web 2.0, ocorreu também uma popularização dos serviços de armazenamento e compartilhamento de conteúdos multimídia como imagens/fotos, vídeos ou áudios. O Flickr e o YouTube são exemplos de serviços de compartilhamento bastante populares (Figura 7).

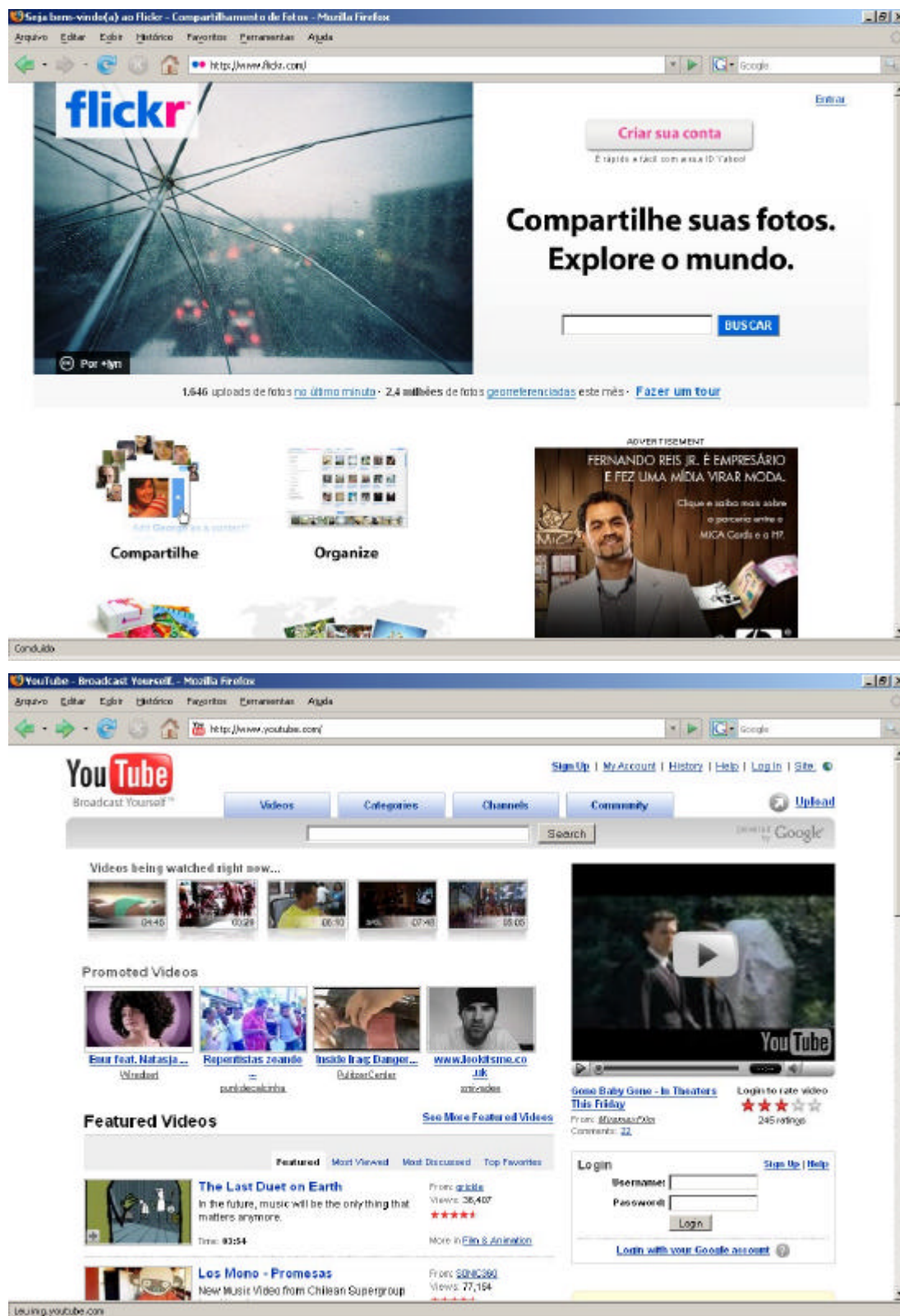


Figura 7 - Flickr e YouTube - Repositórios de conteúdo multimídia mais populares.

Esta popularização está associada aos avanços tecnológicos ocorridos nos últimos anos como o aumento da velocidade de conexão dos usuários comuns à Internet, e o barateamento das câmeras fotográficas e filmadoras digitais. Ao mesmo tempo refletem perfeitamente a filosofia da Web 2.0 onde o usuário participa e produz conteúdo.

A publicação de gravações de áudio é chamada de podcasting. Estes arquivos, usualmente em formato mp3 (McCandless,1999), podem ser tocados tanto no próprio computador pessoal, como em dispositivos portáteis. Normalmente a publicação de podcasts é realizada através de sindicância de forma que os usuários possam se inscrever em canais, sendo avisados assim que um novo conteúdo estiver disponível.

4. As Tecnologias da Web 2.0

O objetivo deste capítulo é apresentar as tecnologias da Web 2.0. Uma visão geral da interligação dos assuntos aqui abordados é apresentada na Figura 8, a seguir.

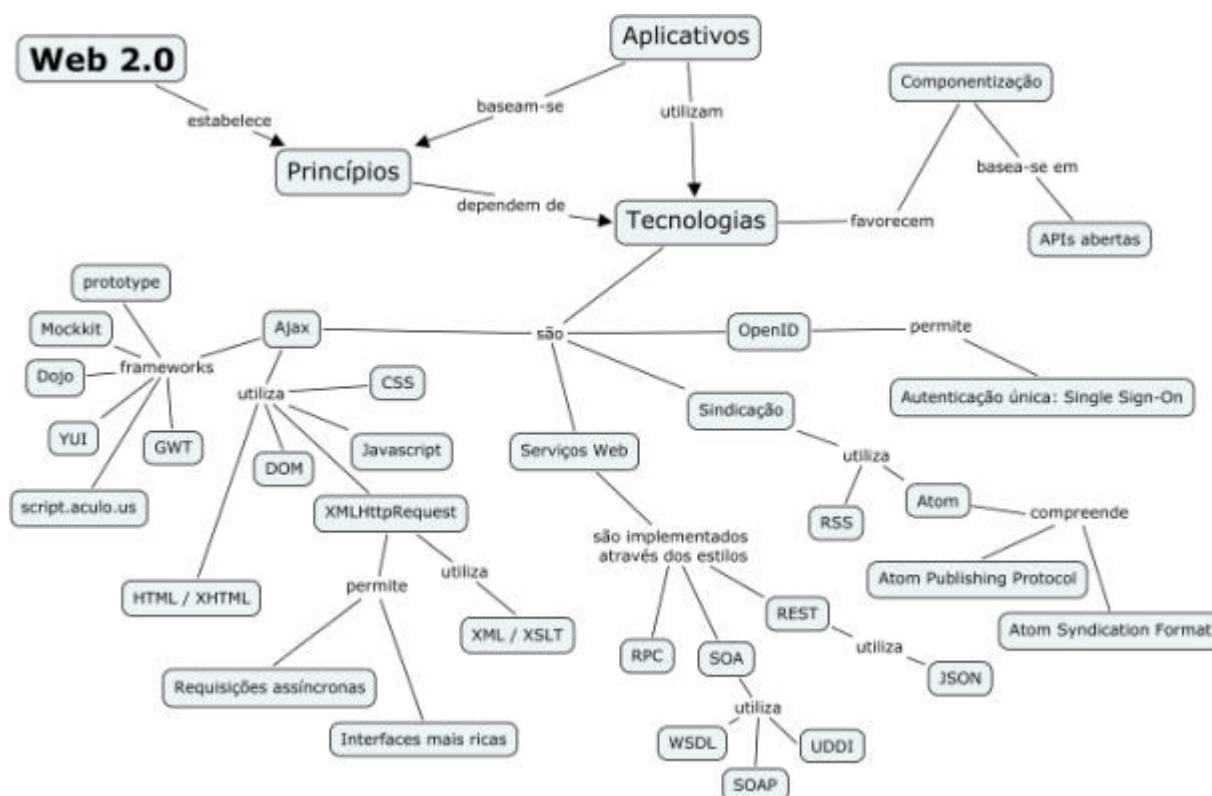


Figura 8 – Mapa conceitual das tecnologias da Web 2.0

A tecnologia fundamental para a Web 2.0 é o AJAX (Asynchronous Javascript and XML) que permite a realização de requisições assíncronas entre o cliente e o servidor. O resultado prático de tal utilização numa aplicação Web, é a possibilidade de alterar o conteúdo de uma página após a consulta ao servidor, sem que a mesma tenha que ser totalmente reescrita. Tal característica permite a criação de aplicações com interfaces muito mais ricas que as utilizadas na Web tradicional.

O AJAX é executado no cliente, normalmente fazendo requisições ao servidor através de um estilo de arquitetura típico chamado REST - Representational State Transfer (Fielding, 2000). Ao

receber então a resposta a estas requisições, o AJAX é capaz de interagir com a página através de seu DOM (Document Object Model). Quem responde a estas requisições são serviços Web desenvolvidos com o intuito de atender a cada uma das necessidades dos clientes. O que torna as aplicações Web 2.0 tão facilmente integráveis é o fato destes serviços Web possuírem APIs (Application Programming Interfaces) abertas que podem ser utilizadas por outras aplicações desenvolvidas por terceiros.

Outra característica das aplicações Web 2.0 é a possibilidade delas enviarem informações aos usuários através do mecanismo de sindicância para distribuição de notícias. Os formatos RSS e Atom são padrões baseados em XML, definidos com esta finalidade. Enquanto o RSS dispõe de diversas versões nem sempre compatíveis entre si, o padrão Atom, além de um formato para publicação, inclui também um protocolo baseado em HTTP, para criação e atualização de recursos na Web. Apesar do Atom ser reconhecido formalmente como um padrão através da Internet Engineering Task Force (IETF) através de duas RFCs, como o RSS foi desenvolvido anteriormente, este continua sendo o padrão de fato.

4.1. AJAX (Asynchronous Javascript and XML)

As aplicações web apresentam inúmeras vantagens sobre as tradicionais aplicações desktop cliente-servidor. A facilidade de distribuição e atualização de versões, devido à ubiquidade da internet é atualmente um fator decisivo na hora de optar por um caminho a ser seguido no projeto e implementação de sistemas. Entretanto, o modelo de funcionamento da Web, baseado em requisições e respostas, e o pequeno conjunto de elementos disponíveis nos formulários HTML, sempre foram considerados limitações para o desenvolvimento de interfaces mais ricas baseadas nesta plataforma. Do ponto de vista do usuário, é significativa a perda de interatividade destas aplicações, comparadas com aplicações desktop tradicionais. Historicamente, diversas soluções para minimizar estes problemas foram tentadas como, o uso de Flash, o Microsoft Remote Scripting, o JavaScript Remote Scripting (JRSS) ou simplesmente o uso da tag IFRAME para ocultar chamadas assíncronas ao servidor (Asleson e Schutta, 2006, p.12). Nenhuma delas, entretanto, foi considerada ideal pelos desenvolvedores.

O Ajax surge então como uma alternativa concreta para possibilitar a criação de interfaces mais ricas. A partir da combinação de tecnologias existentes, com Ajax é possível buscar informações assincronamente no servidor e alterar a tela já apresentada para o usuário, sem que esta precise ser totalmente recarregada pelo navegador do usuário. É uma mudança no paradigma de funcionamento das aplicações Web através de requisições e respostas. O Ajax, portanto, não é um produto nem uma nova linguagem, é apenas uma nova abordagem para o desenvolvimento de aplicações Web.

O termo AJAX foi criado por Jesse James Garret da empresa Adaptive Path em um artigo publicado em fevereiro de 2005 (Garret, 2005). Neste artigo ele discute este novo modelo de programação de aplicações para a Web, utilizado, por exemplo, pela Google em serviços como o Orkut, o Gmail e o Google Maps.

As tecnologias envolvidas no Ajax são as seguintes:

- A apresentação é realizada utilizando HTML/XHTML e Folhas de Estilo em Cascata (CSS);
- As requisições assíncronas ao servidor são realizadas através do objeto XMLHttpRequest. Implementado inicialmente pela Microsoft em seu navegador Internet Explorer como um objeto ActiveX, o XMLHttpRequest é hoje disponível também como objeto nativo nos navegadores Mozilla Firefox e Safari.
- A troca de informações assíncronas entre cliente e servidor é realizada através dos padrões XML e XSLT;
- A interação com o documento e a exibição dinâmica das informações provenientes do servidor é feita através do Modelo de Objetos de Documento (DOM - Document Object Model) - uma especificação da W3C, independente de plataforma e linguagem, onde se pode trabalhar com cada um dos elementos do documento separadamente, permitindo assim alterar e editar a sua estrutura, criando páginas dinâmicas.
- A lógica de programação é implementada através da linguagem ECMA script, uma especificação proposta pela ECMA (European Computer Manufacturers Association) em

1999 através do padrão ECMA-262 (ECMA, 1999), com o intuito de normalizar as implementações da linguagem Javascript do Netscape Navigator e do Jscript do Internet Explorer. A especificação do ECMAScript padroniza apenas o núcleo da linguagem e alguns objetos nativos, sem considerar a implementação do DOM que é padronizado pela W3C. Hoje, os principais navegadores como Mozilla Firefox, Internet Explorer, Safari e Opera são compatíveis com o ECMA-262, embora eventualmente possam implementar algumas extensões não descritas na especificação.

Para viabilizar estas requisições assíncronas, é introduzido um mecanismo intermediário entre o cliente e o servidor, conhecido como motor Ajax. As figuras 9 e 10 apresentam diagramas de sequência que ilustram os modelos de requisição síncronas e assíncronas. Enquanto no primeiro caso as requisições são comandadas normalmente por cliques em hiperlinks ou envio de formulários, e recebem como resposta páginas HTML completas, no segundo caso é uma chamada em Javascript que, através do objeto XMLHttpRequest, provoca a requisição, cujo resultado, normalmente codificado em XML, é recebido no cliente pelo Javascript e representado através do DOM, na página visualizada pelo usuário.

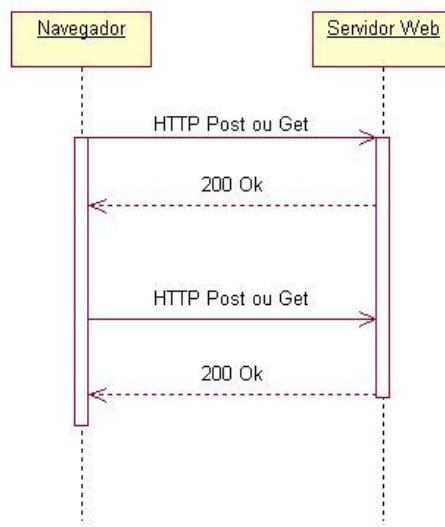


Figura 9 - Requisição Síncrona Tradicional

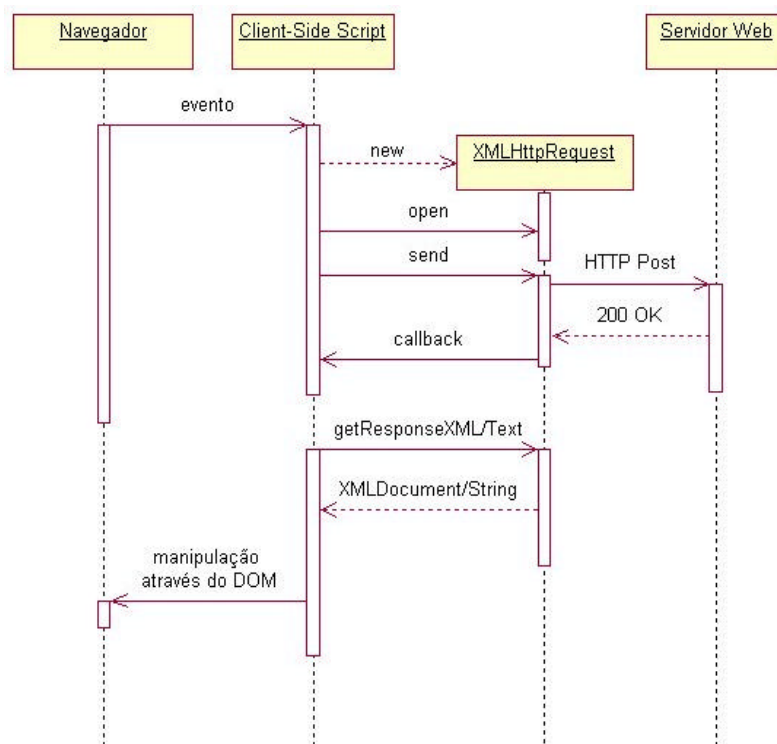


Figura 10 - Requisição Assíncrona com AJAX

Frameworks Ajax

De forma a facilitar a programação com Ajax, existem diversos frameworks que incorporam funções básicas recorrentes neste tipo de aplicação. Existem dois níveis de atuação destes frameworks: auxiliando o trabalho de programação realizada no cliente ou no servidor.

Para facilitar a programação no cliente, são oferecidas funções em javascript, não só para realizar as requisições ao servidor, assim como para auxiliar a construção das interfaces com o usuário. Assim, é possível criar widgets, criar menus e outros efeitos visuais, encapsulando no framework o cuidado com a compatibilização entre os diversos navegadores existentes. Entre estes frameworks, especializados no lado cliente, podem ser citados, o prototype, o YUI, e o script.aculo.us.

No servidor, é necessário desenvolver as funções que serão responsáveis por responder a estas chamadas. Para isso, existem frameworks desenvolvidos em linguagens de programação normalmente utilizadas no servidor, como Java, C++, ou PHP. Estes são capazes de processar as requisições feitas pelos clientes, interagindo, se necessário, com um banco de dados para buscar as informações que devam ser retornadas aos clientes. O Google Web Toolkit (GWT) é um exemplo de framework em java para a criação de aplicações Ajax.

Alguns frameworks são bastante completos, chegando a prover bibliotecas para a criação de todas as etapas do processo de desenvolvimento de aplicações Web.

Problemas

Como toda nova tecnologia que começa a ser muito comentada, existe uma tendência dos desenvolvedores começarem a utilizá-la, apenas para seguir um modismo, sem que haja uma necessidade ou um ganho real a ser obtido a partir da sua utilização. O uso do Ajax deve ser considerado quando representar uma facilidade para a interação do usuário, consequentemente otimizando o desempenho da aplicação Web.

Algumas situações em que o uso de Ajax pode ser útil são:

- Auxiliar a interação com o usuário. Normalmente a interação do usuário em aplicações Web é dirigida por formulários. São comuns aplicações em que são necessários vários cliques (e consequentemente a exibição de várias páginas html) para completar uma única operação.
- Auxiliar a navegação numa hierarquia muito profunda, exibindo e escondendo sub-árvores da hierarquia;
- Evitar recarregar a tela toda em aplicações de comunicação instantânea entre usuários;
- Implementar operações rápidas que provoquem alguma alteração na visualização da tela atual pelo usuário como: ligar ou desligar um filtro ou alterar um critério de ordenação;
- Apresentar sugestões de preenchimento à medida que o usuário digita um campo;

Existem, entretanto, alguns problemas a serem considerados quando do uso de Ajax. No que diz respeito à usabilidade, alterar dinamicamente uma parte de uma página já carregada é um comportamento, com o qual os usuários da Web não estão acostumados. Isto pode fazer com que alterações passem despercebidas pelo usuário. Outra característica do uso de Ajax a ser citada, é o fato das requisições que são realizadas assincronamente não serem armazenadas no histórico de navegação normalmente mantido pelos navegadores. Desta forma, não é possível utilizar os botões de “voltar” e “avançar” durante a navegação na aplicação. É necessário que os desenvolvedores estejam atentos a estes fatos, evitando projetar sistemas cuja operação confunda o usuário.

Mais uma questão a ser levada em consideração ao utilizar Ajax, é a dificuldade das ferramentas de busca em encontrar conteúdos publicados através de requisições assíncronas, uma vez que os robôs que fazem a indexação das páginas da Web não executarem javascript.

4.2. Serviços Web

Conectar sistemas remotamente é um problema para o qual, diversas abordagens de computação distribuída foram utilizadas ao longo dos anos. O CORBA (Common Object Request Broker Architecture) e o DCOM (Distributed Component Object Model) são dois exemplos de

tecnologias com esta finalidade, baseadas em chamadas de procedimentos remotos (RPC)¹¹. Entretanto, estas soluções, comumente utilizados em redes locais, tiveram um sucesso muito limitado quando transpostas para ambientes de grandes dimensões como a Internet (Nunes e David, 2005). A utilização de RPC na Internet apresenta riscos de segurança, fazendo com que Firewalls e Proxys normalmente bloqueiem este tipo de tráfego.

Uma solução alternativa para este problema é a utilização de Serviços Web (Web Services) (Booth et al, 2004) que segundo o W3C:

são sistemas de software projetados para prover interação entre máquinas numa rede de computadores. Possuem interfaces descritas num formato processável por máquinas (WSDL), que são utilizadas para que outros sistemas possam interagir com o Serviço Web utilizando mensagens SOAP. Estas mensagens são transportadas utilizando o protocolo HTTP e o padrão XML, além de outros padrões relacionados.

O termo Serviços Web, portanto, refere-se às aplicações que empregam uma combinação específica de tecnologias, capaz de fazê-las acessíveis a outros sistemas, executados em máquinas remotas. As principais tecnologias envolvidas são (Gottschalk e Graham, 2002):

SOAP (Simple Object Access Protocol) - É um protocolo para comunicação entre aplicações. Baseado em XML, é simples, extensível, independente de plataforma e de linguagem.

WSDL (Web Services Description Language) - É um documento XML usado para descrever as interfaces dos Serviços Web. A versão 2.0 já é um padrão da W3C.

UDDI (Universal Description Discovery Integration) - É um diretório capaz de armazenar informações sobre Serviços Web, especialmente as interfaces descritas em WSDL. Se comunica através de SOAP.

Desta forma, é possível responder as seguintes perguntas:

- Como eu encontro o Serviço Web de que eu preciso?
- Uma vez que o encontrei, como o utilizo?

¹¹ Do inglês Remote Procedure Calls ou RPC.

- Qual o formato das mensagens que devo enviar?

Assim, o provedor do serviço descreve suas interfaces com WSDL e registra-o no UDDI. O usuário, então, utiliza-se destes mecanismos para encontrar o serviço e conhecer sua descrição, de forma que possa conectar-se ao provedor do serviço e executá-lo. (Figura 11).

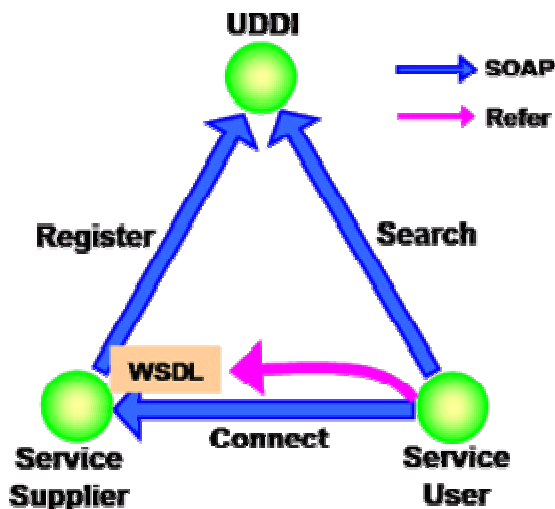


Figura 11 - Esquema do funcionamento dos Serviços Web (extraído de <http://www.nec.co.jp/middle/WebOTX-e/function/webservice.html>)

Alguns estilos de arquitetura normalmente utilizados para implementar Serviços Web são o RPC, o SOA e o REST.

RPC (Remote Procedure Calls ou Chamadas de Procedimentos Remotos) é uma abordagem onde os serviços são baseados em operações que são executadas pela chamada de funções remotas.

SOA (Service Oriented Architecture ou Arquitetura Orientada a Serviços) é uma arquitetura baseada em serviços implementados por componentes fracamente acoplados e reutilizáveis, com o objetivo de prover independência de plataforma, tecnologia e linguagem.

REST (Representational State Transfer) é um estilo de arquitetura cliente-servidor para a criação de serviços web que não mantenham estado, que baseia a comunicação em operações definidas pelo método HTTP (GET, POST, PUT e DELETE) sobre recursos existentes. Como o REST é o

estilo de implementação de serviços Web mais popular na Web 2.0, este será abordado de forma mais detalhada na seção seguinte.

4.3. REST (REpresentational State Transfer)

Para viabilizar alguns dos conceitos propostos por O'Reilly, como a utilização da web como plataforma através da criação de arquiteturas de participação, a Web 2.0 utiliza-se de uma Arquitetura Baseada em Serviços (SOA – Service Oriented Architecture), estilo de arquitetura de software que preconiza que as funcionalidades implementadas pelas aplicações devem ser oferecidas na forma de serviços remotos que permitam a sua comunicação através de padrões abertos. A Figura 12 ilustra a arquitetura de participação da Web 2.0 e a forma com que as suas aplicações se utilizam de serviços remotos.

Entretanto, a Web 2.0 tende a utilizar modelos de programação leves, dispensando assim o formalismo do modelo convencional de Serviços Web, baseados em UDDI, WSDL e SOAP, e adotando como alternativa o REST (Fielding, 2000), outro estilo de arquitetura para sistemas de informação distribuídos.

Tanto SOAP quanto REST são protocolos independentes de plataforma para a comunicação com serviços remotos. O REST, no entanto, é uma técnica de comunicação baseada na Web onde a simplicidade é o principal diferencial com relação ao SOAP.

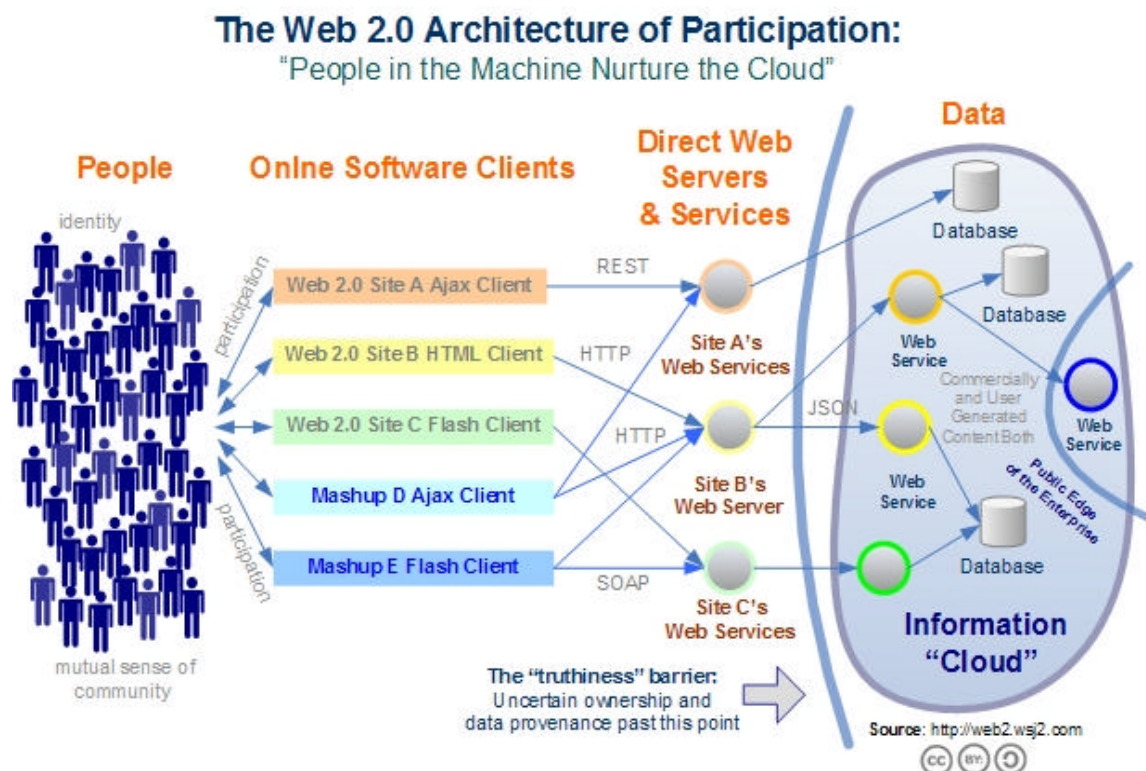


Figura 12 - Arquitetura de participação da Web 2.0 (extraído de Dion Hinchcliffe's Web 2.0 Blog - http://web2.socialcomputingmagazine.com/the_state_of_web_20.htm)

A definição do protocolo REST é baseada nos conceitos de: *recurso*, *representação*, *estado* e *transferência*.

- *Recurso* – Um recurso é alguma coisa identificável por um mecanismo único chamado URI (Uniform Resource Identifier).
- *Representação* – Quando a URI de um recurso é requisitada via HTTP, é uma representação deste que é enviada ao cliente. O recurso está associado a um elemento físico que existe independentemente de qualquer sistema de informações, enquanto que sua representação digital é o que pode ser obtido na Web.
- *Estado* – O servidor não mantém estado de uma conexão. Cabe ao cliente manter controle sobre o estado da aplicação, de forma que, cada requisição sua ao servidor, contenha todas as informações necessárias para que a requisição possa ser compreendida.

- *Transferência* - Utilizando o protocolo HTTP associado ao conceito de URIs é possível fazer a transferência de representações de recursos entre agentes. Estas operações são realizadas através de requisições HTTP compostas de verbos e substantivos. Onde os verbos são os métodos HTTP (GET, POST, PUT e DELETE) que permitem *obter, criar, atualizar e remover* recursos; e os substantivos são as próprias URIs que os identificam. A cada clique do usuário uma nova requisição será realizada, obtendo assim uma nova representação de um recurso e transferindo o estado da aplicação.

O interessante é que estes conceitos são a base do protocolo HTTP e, desde então, sempre estiveram presentes de forma tácita, mas só foram explicitados formalmente por Fielding com o nome de arquitetura REST.

Para ilustrar a utilização de um serviço Web implementado segundo a arquitetura REST, vamos imaginar um ambiente de ensino que represente os conceitos de curso e disciplina, onde um curso é composto de várias disciplinas. Neste caso, cada curso ou disciplina será considerado um recurso e o protocolo REST para acesso aos serviços desta aplicação define uma URL para cada um deles.

Assim, para listar as informações sobre o curso cujo código de identificação seja 12345, é necessário requisitar a URL:

GET <http://www.nce.ufrj.br/Avance/rest/curso/12345>

Retornando um arquivo XML com uma relação das disciplinas existentes para o curso solicitado:

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rss version="2.0">
<channel>
  <title>Curso de Formação de Programadores</title>
  <link>/Avance/rest/curso/12345</link>
  <description></description>
  <item>
    <title>Criação de Páginas Web com HTML</title>
    <link>/Avance/rest/curso/12345/7890</link>
    <description></description>
    <author>Mauricio Bomfim</author>
    <pubDate>Qua, 28 Mar 2007 16:20:36 ACT</pubDate>
  </item>
  <item>
    <title>Linguagem Javascript</title>
    <link>/Avance/rest/curso/12345/7880</link>
    <description></description>
    <author>João Sergio</author>
    <pubDate>Qua, 28 Mar 2007 16:21:37 ACT</pubDate>
  </item>
</channel>
</rss>

```

Listagem 1 - Lista de disciplinas de um curso

Da mesma forma, para atualizar ou excluir o curso 12345, as requisições utilizadas seriam:

PUT <http://www.nce.ufrj.br/Avance/rest/curso/12345>

DELETE <http://www.nce.ufrj.br/Avance/rest/curso/12345>

Como os navegadores não implementam os métodos PUT e DELETE, quando os serviços REST são consumidos através destes agentes, as operações de atualizar e remover recursos precisam ser realizadas através de requisições do tipo POST. Assim, na prática, é necessário incluir alguma informação na URI que indique a operação a ser realizada. Portanto, as duas requisições apresentadas acima, poderiam ser reescritas como:

POST <http://www.nce.ufrj.br/Avance/rest/curso/12345/alterar>

POST <http://www.nce.ufrj.br/Avance/rest/curso/12345/excluir>

Para obter informações sobre uma disciplina específica, a URL seria:

GET <http://www.nce.ufrj.br/Avance/rest/curso/12345/7890>

Retornando um arquivo XML com as informações sobre a turma de código 7890, pertencente ao curso 12345.

Para obter a relação de cursos, a requisição:

GET <http://www.nce.ufrj.br/Avance/rest/curso>

Retorna um arquivo XML com estas informações (Listagem 2).

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rss version="2.0">
<channel>
  <title>Listagem de Cursos</title>
  <link>/Avance/rest/curso</link>
  <description>Cursos existentes</description>
  <item>
    <title>Formação de Programadores</title>
    <link>/Avance/rest/curso/12345</link>
    <description></description>
    <author>Mauricio Bomfim</author>
    <pubDate>Qua, 28 Mar 2007 16:20:36 ACT</pubDate>
  </item>
</channel>
</rss>
```

Listagem 2 - Lista de cursos existentes

Para incluir um novo curso, seria possível realizar uma operação

POST <http://www.nce.ufrj.br/Avance/rest/curso>

O resultado retornado por esta operação poderia ser, por exemplo, uma descrição em XML do recurso recém criado.

4.4. Sindicação: RSS e Atom

A syndicação (Web syndication) é uma tecnologia que permite que sítios na Web ofereçam conteúdo num formato aberto padronizado, capaz de ser interpretado por outras aplicações ou sítios. Grandes portais de conteúdo como jornais, redes de televisão e blogs oferecem esta

facilidade a seus usuários. As informações são oferecidas através de canais (feeds) associados a uma URL e cujo conteúdo é um arquivo XML codificado num dos formatos padrão existentes (RSS ou Atom). Para utilizar efetivamente este serviço o usuário precisa de um programa, também chamado de agregador ou leitor de feeds, que seja capaz de verificar periodicamente as atualizações em cada canal assinado pelo usuário, exibindo estas informações à medida que são por ele detectadas. Existem ainda sítios como o Google Reader¹² ou o Yahoo Pipes¹³ que oferecem serviços de agregação de RSS para usuários cadastrados. Além disso, os navegadores atuais já são capazes de interpretar nativamente estes formatos. De forma a facilitar o reconhecimento por parte do usuário, utiliza-se o ícone padrão desenvolvido pela Mozilla Foundation para o Firefox e adotado posteriormente pela Microsoft para o Internet Explorer (Figura 13).



Figura 13 - Imagem padronizada utilizada para representar o oferecimento de conteúdo através de syndicação.

Os principais formatos existentes para realizar syndicação são o RSS, uma família de formatos não necessariamente compatíveis entre si, e o Atom, uma iniciativa com o intuito de definir um padrão único.

O “RDF Site Summary”, primeiro formato a ser conhecido como RSS, surgiu em 1999, época em que a Netscape passou a oferecer um novo serviço em seu portal de conteúdo My Netscape. Esta nova tecnologia permitia distribuir automaticamente o conteúdo publicado no portal aos usuários assinantes, sem que estes precisassem se conectar ao site explicitamente.

O RSS era um formato para descrição de informações baseado na linguagem Resource Description Framework (RDF), uma linguagem para descrição de recursos na Web. Esta primeira especificação do RSS foi chamada de RSS 0.9. Foi quando então a comunidade de

¹² Disponível em <http://www.google.com/reader>

¹³ Disponível em <http://pipes.yahoo.com/pipes/>

desenvolvedores começou a se dividir. Enquanto alguns achavam que o RDF deveria ser melhor utilizado, outros eram partidários da simplificação do formato excluindo assim a necessidade de utilizar o RDF e seu formalismo considerado desnecessário.

A Netscape então seguiu o segundo caminho, lançando ainda em 1999, a especificação RSS 0.91, onde todas as referências ao RDF foram removidas. O formato agora era baseado apenas em XML e passou a ser conhecido como “Rich Site Summary”. Outra característica era a definição de uma DTD para permitir a sua validação pelos interpretadores de XML

Como não havia nenhum organismo responsável pela padronização do formato, utilizações diferentes se sucederam, como a simplificação proposta por Dave Winer da Userland Software. Ele propôs sua própria versão da especificação RSS 0.91, onde eram feitas mais algumas simplificações, abrindo mão inclusive do DTD para validação.

O RSS 0.91 era bastante útil, mas na visão do grupo que desde o início defendeu o uso de RDF, precisava de melhorias. Foi quando este grupo propôs em 2000, a versão RSS 1.0, voltando a utilizar RDF. Entre os recursos incorporados, está a possibilidade de utilizar módulos externos através de namespaces. Esta nova versão desagradou aos partidários da versão 0.91 que continuou evoluindo independentemente para o RSS 0.92, o RSS 0.93 e posteriormente para o RSS 0.94. Foi quando em 2002 foi lançada a versão RSS 2.0 que seguia a linha das versões 0.9x, sem utilizar RDF e incorporando facilidades introduzidas na versão 1.0, como o uso de módulos externos. Nesta versão, o significado da sigla RSS foi alterado para “Really Simple Syndication”.

A Listagem 3 ilustra o formato de um arquivo RSS na versão 2.0.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rss version="2.0">
<channel>
  <title>Disciplinas</title>
  <link>/Avance/rest/E4659FD54E398B561AD784313350B7B5/curso/11</link>
  <description>Disciplinas do curso 11</description>
  <language>pt</language>
  <generator>jRSSGenerator by Henrique A. Viécili</generator>
  <docs>http://blogs.law.harvard.edu/tech/rss</docs>
  <item>
    <title>Criação de Páginas Web com HTML</title>
    <link>/Avance/rest/E4659FD54E398B561AD784313350B7B5/curso/11/2</link>
    <description></description>
    <author>Mauricio Bomfim</author>
    <pubDate>Qua, 28 Mar 2007 16:20:36 ACT</pubDate>
  </item>
  <item>
    <title>Linguagem Javascript</title>
    <link>/Avance/rest/E4659FD54E398B561AD784313350B7B5/curso/11/3</link>
    <description></description>

    <author>João Sergio</author>
    <pubDate>Qua, 28 Mar 2007 16:21:37 ACT</pubDate>
  </item>
</channel>
</rss>

```

Listagem 3 - RSS versão 2.0

Em 2003, um grupo de desenvolvedores se reuniu para propor um novo padrão que pudesse substituir o RSS, acabando assim com o problema das inconsistências entre as inúmeras versões existentes. Além disso, pensava-se também em padronizar uma API que permitisse a publicação de recursos, tal como utilizado nos servidores de Blogs. Em 2004 este grupo juntou-se à Internet Engineering Task Force (IETF), que assim como o W3C é um organismo responsável por desenvolver e promover padrões para a Internet. Este novo formato ficou conhecido como Atom e é mais poderoso que o RSS, exatamente porque ele é composto de dois padrões: o Atom Syndication Format, uma linguagem baseada em XML para a descrição de informações enviadas por syndicação, e o Atom Publishing Protocol (APP), um protocolo baseado em HTTP, para criação e atualização de recursos na Web. Em 2005 o Atom Syndication Format foi oficialmente reconhecido como um padrão, através da RFC-4287.

O Atom Publishing Protocol é uma API de um protocolo leve para Web Services baseado em REST. Em lugar de definir Web Services através de chamadas remotas (remote procedure calls) como no SOAP, suas interfaces são definidas num nível mais baixo, baseadas em HTTP e XML. Sendo assim, o protocolo Atom utiliza os próprios verbos definidos no protocolo HTTP (GET, POST, PUT e DELETE) para operar sobre recursos disponíveis na Web.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<feed xmlns="http://www.w3.org/2005/Atom">
  <title>Disciplinas</title>
  <link href="/Avance/rest/E4659FD54E398B561AD784313350B7B5/curso/11"/>
  <updated>2003-12-13T18:30:02Z</updated>
  <author>
    <name>Mauricio Bomfim</name>
  </author>
  <id>urn:uuid:60a76c80-d399-11d9-b93C-0003939e0af6</id>
  <entry>
    <title>Criação de Páginas Web com HTML</title>
    <link href="/Avance/rest/E4659FD54E398B561AD784313350B7B5/curso/11/2"/>
    <id>urn:uuid:1225c695-cfb8-4ebb-aaaa-80da344efa6a</id>
    <updated>2003-12-13T18:30:02Z</updated>
    <summary>Esta disciplina se propõe a ensinar a linguagem HTML.</summary>
  </entry>
</feed>
```

Listagem 4 - Formato Atom

4.5. JavaScript Object Notation (JSON)

A JavaScript Object Notation (JSON), é um formato leve para intercâmbio de dados baseado na sintaxe definida no padrão ECMAScript para definição de estruturas de dados, tais como coleções ou listas ordenadas de valores (referência). Este formato apresenta as vantagens de ser facilmente lido ou escrito tanto por humanos quanto por máquinas. Além disso, sua interpretação e geração não é restrita ao ECMAScript, podendo ser realizada através de qualquer outra linguagem.

O exemplo de arquivo JSON apresentado na Listagem 5 representa uma coleção contendo os valores de título, tema, link e itens; onde itens por sua vez, é um vetor com quatro ocorrências de uma outra coleção que contém os elementos tipo, titulo, link, descrição, data e autor.

```

{"título": "Lista De Assuntos",
 "tema": "HTML Avançado",
 "link": "/Forum/rest/D6535204E857F7EC0F8046A0D0CE2879/4/27",
 "itens": [
   { "tipo": "item",
     "título": "Recursos Multimídia",
     "link": "/Forum/rest/D6535204E857F7EC0F8046A0D0CE2879/4/27/15",
     "descrição": "Imagemaps, menus com javascript",
     "data": "Ter, 17 Jul 2007 16:58:30 ACT",
     "autor": "Mauricio Bomfim" },
   { "tipo": "item",
     "título": "Folhas de estilo",
     "link": "/Forum/rest/D6535204E857F7EC0F8046A0D0CE2879/4/27/16",
     "descrição": "Separando o conteúdo da apresentação",
     "data": "Ter, 17 Jul 2007 16:59:13 ACT",
     "autor": "Mauricio Bomfim" },
   { "tipo": "botao",
     "título": "Novo(a)",
     "link": "/Forum/rest/D6535204E857F7EC0F8046A0D0CE2879/4/27/inserir"},
   { "tipo": "botao",
     "título": "Tema",
     "link": "/Forum/rest/D6535204E857F7EC0F8046A0D0CE2879/4"}
 ]
}

```

Listagem 5 - Exemplo de uma representação JSON

JSON é baseado em estruturas de dados universais, implementadas por praticamente todas as linguagens de programação modernas:

- coleções de pares do tipo nome/valor – representados por uma sequência de pares string:valor, separados por vírgulas e entre chaves. São implementados como objetos em Javascript.
- listas ordenada de valores (vetores) – representados por uma sequência de valores separados por vírgulas entre colchetes. São implementados como arrays em Javascript.

Os tipos de dados representáveis em JSON são: strings, números, valores lógicos (true ou false), e a constante null, além dos tipos estruturados objetos e arrays mencionados anteriormente

A escolha entre utilizar JSON ou XML é bastante controversa, existindo defensores das duas abordagens. Entretanto, JSON tem se mostrado uma alternativa bastante comum nas aplicações

Web 2.0, devido à simplicidade com que é possível interpretá-lo através da linguagem Javascript utilizada pelos clientes Ajax.

4.6. OpenID - Uma solução para o problema da autenticação

Com a diversidade de novos serviços disponíveis atualmente na Internet, surgiu um problema para os usuários que é a necessidade de manter inúmeros cadastros de contas e senhas para acessá-los. Blogs, fóruns de discussão, wikis, repositórios de fotos, redes sociais, são exemplos de sistemas onde o acesso é controlado através da identificação de usuários cadastrados. Assim, seria conveniente para os usuários que estes pudessem se identificar apenas uma vez numa sessão, de forma que todas as aplicações pudessem confiar naquela única autenticação. Este é o princípio básico do SSO (Single Sign-On), definido pelo Open Group como um mecanismo onde uma única ação de autenticação do usuário pode autorizar seu acesso a todos os computadores e sistemas onde este esteja registrado, sem a necessidade de diferentes contas e senhas (The Open Group, 2005).

Algumas soluções para este problema são apresentadas por Myllyniemi (2006). Entre estas, o OpenID é um sistema de identificação de usuários para serviços oferecidos na Internet, baseado numa rede distribuída de servidores de autenticação (também chamados de provedores de identidade) que permite que o usuário mantenha um único cadastro com o qual fará o acesso aos serviços que desejar. Além disso, como o sistema é descentralizado, o usuário pode escolher o provedor de identidade onde deseje manter seu cadastro, de acordo com sua conveniência e confiança. O usuário recebe então um identificador padronizado, normalmente uma URL (Berners-Lee et al, 1994), URI (Berners-Lee et al, 2005) ou XRI (Oasis, 2007), com o qual ele poderá se identificar, nos diferentes serviços. O OpenId é uma tecnologia aberta e gratuita, que têm se tornado cada vez mais popular, sendo adotado por um número crescente de empresas e serviços na Internet (Powell e Recordon, 2007).

O processo de autenticação envolve três atores (o usuário, a aplicação que precisa autenticar o usuário, e o provedor de identidade OpenId) e é realizado da seguinte forma:

1. O usuário identifica-se, fornecendo para a aplicação, a sua URL, obtida através do seu provedor de identidade.

2. Cabe agora à aplicação:

- Normalizar o identificador fornecido pelo usuário para um formato padrão.
- Conectar-se à URL fornecida pelo usuário, já normalizada, requisitando uma descrição dos servidores OpenID que possam ser utilizados para autenticar o identificador fornecido pelo usuário. A versão 2.0 do OpenID permite que, dependendo do tipo da identificação do usuário, sejam retornados diferentes formatos como: a resolução de uma XRI, um arquivo XRDS de acordo com o protocolo YADIS (Miller, 2006), ou um arquivo HTML contendo tags específicas que indiquem o endereço dos servidores a serem procurados.
- Opcionalmente, a aplicação estabelece uma associação com o servidor OpenID, permitindo uma comunicação segura entre eles, para posteriormente, requisitar a autenticação propriamente dita.
- Caso a aplicação não deseje manter estado, guardando a associação para ser utilizada em futuras requisições de autenticação, é possível não estabelecer esta associação. Neste caso, a aplicação precisará verificar a autenticação numa requisição adicional posterior.

Todo este processo pode ser melhor compreendido através da Figura 14.

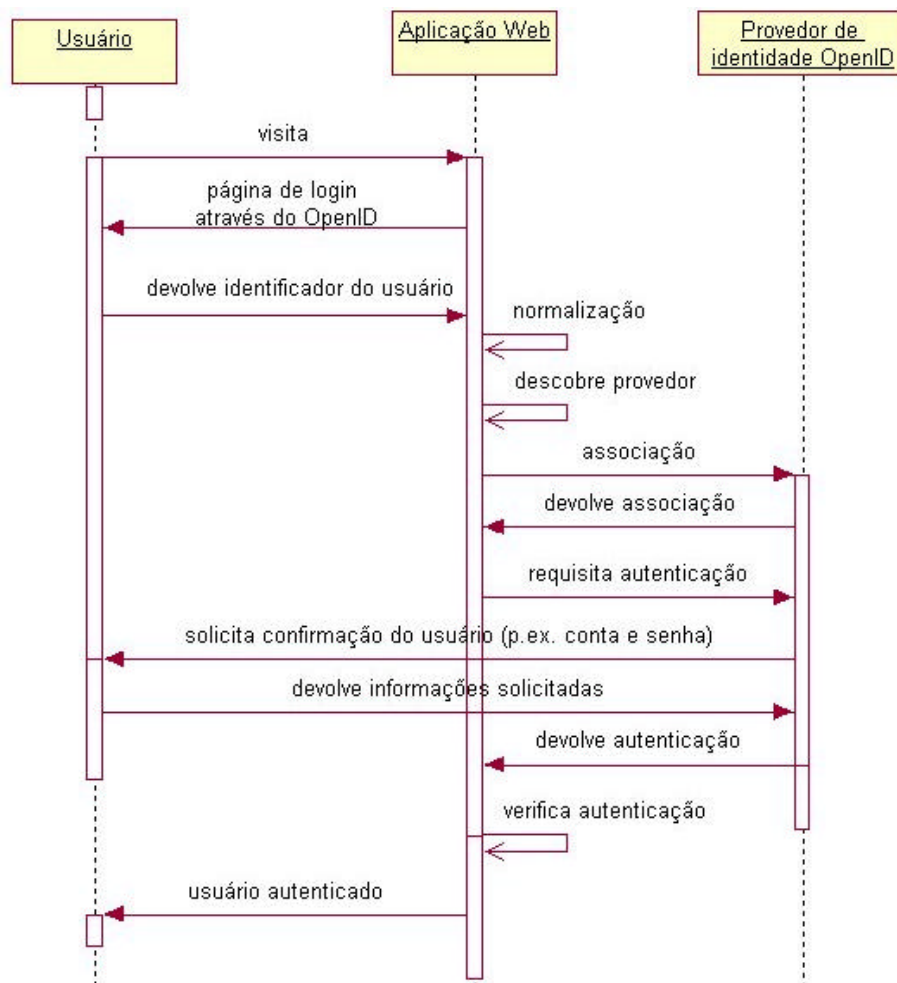


Figura 14 - Diagrama de seqüência do processo de autenticação OpenID. Adaptado de Stepka (2007).

É possível citar as seguintes vantagens da utilização do protocolo OpenID como um processo de autenticação único compartilhado entre diferentes aplicações:

- As aplicações não precisam ter acesso a informações particulares dos seus usuários como e-mails e senhas;
- O OpenID é baseado apenas em requisições e respostas HTTP(S), não exigindo nenhuma habilidade especial dos clientes;
- Não depende do uso de cookies nem de nenhum outro mecanismo de gerenciamento de sessões;

- É possível manter no cadastro informações específicas do domínio de determinada aplicação, mesmo que estas não estejam previstas na especificação original.

OpenID, entretanto, não deve ser visto como uma solução para todos os problemas de identificação de usuários, não sendo adequado, por exemplo, para sistemas que exijam um maior grau de segurança como aplicações bancárias ou de comércio eletrônico.

5. Web 2.0 na Educação

O objetivo deste capítulo é apresentar as possibilidades educacionais da Web 2.0, chamadas frequentemente de E-learning 2.0, culminando com a apresentação dos Ambientes Pessoais de Aprendizagem. Uma visão geral da interligação dos assuntos aqui abordados é apresentada na Figura 15, a seguir.

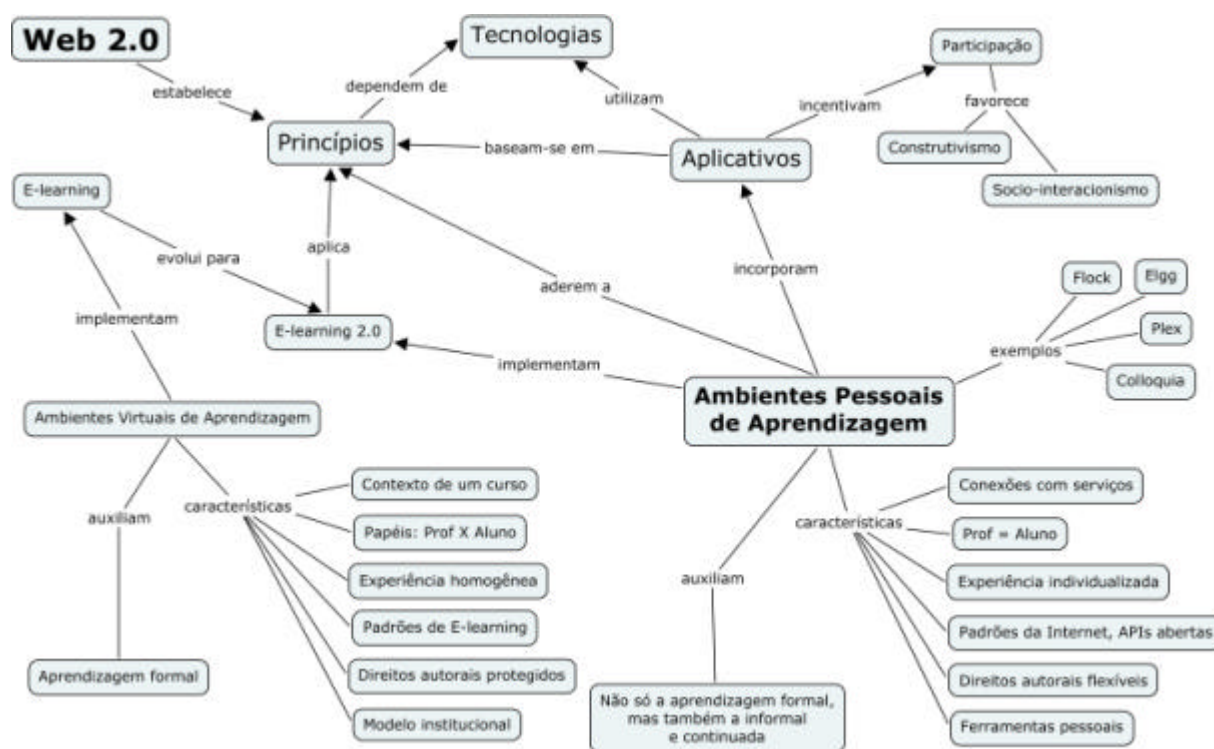


Figura 15 – Mapa conceitual dos Ambientes Pessoais de Aprendizagem

A proposta da Web 2.0 é frequentemente associada a dois aspectos: um social e outro tecnológico. O aspecto social refere-se a um grupo de aplicações que permitem um maior grau de interatividade e colaboração, onde todos os usuários são capazes de produzir conteúdo. Sua incorporação nos ambientes de aprendizagem possibilita a adoção de práticas pedagógicas que visam o aumento da colaboração e da participação dos alunos. Já o aspecto tecnológico permite a definição de um ambiente de aprendizagem componível onde o professor e o aluno não ficam restritos a um conjunto de funcionalidades preexistentes, sendo possível incorporar novas aplicações a partir de serviços disponíveis na Internet.

Diversos trabalhos são encontrados na literatura descrevendo aplicações das tecnologias da Web 2.0 na educação. Entre eles, podemos citar o uso de *Weblogs* (Downes, 2004; Gomes, 2005; Franco, 2005), *Wikis* (Lund e Smordal, 2006; Wang e Turner, 2006), *Redes Sociais* (Yoshizaki, 2006) e *RSS* (Bull, 2006).

5.1. E-learning 2.0

As tendências da Web 2.0 têm influenciado diversas aplicações existentes na Web. No que diz respeito aos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), alguns autores (Downes, 2005; Pitner e Drasil, 2006) publicaram recentemente, trabalhos em que são apresentadas possibilidades de uso dos conceitos da Web 2.0, a fim de facilitar o aprendizado.

Segundo Downes (2005) as formas de utilização da Internet como uma ferramenta de apoio ao aprendizado, estão evoluindo juntamente com a Web de maneira significativa, o que permite a adoção de um novo nome para identificar este estágio. O E-Learning 2.0, como ele próprio definiu, é baseado não apenas nos avanços tecnológicos, mas principalmente nos princípios sociais da Web 2.0.

A teoria construtivista baseia-se no fato de que o aprendizado ocorre com maior facilidade quando os alunos são ativos: pensando, escrevendo, experimentando, criando e inventando (Moreira, 1999). A mescla da teoria construtivista com as idéias da Web 2.0 podem apontar para caminhos que provavelmente serão seguidos pelos Ambientes Virtuais de Aprendizagem num futuro próximo. Enquanto na Web 1.0 o usuário consome informação de uma forma mais passiva, na Web 2.0, com suas *folksonomias*, com a produção de conteúdo descentralizada e com a possibilidade de reutilizar aplicações desenvolvidas por terceiros, a colaboração torna-se uma característica fundamental. A Web 2.0, portanto, permite a criação de ambientes muito mais ativos, adequando-se melhor às idéias da teoria construtivista (Rollett et al, 2007).

Segundo Brown (2007) esta conclusão entretanto, não significa que os conceitos utilizados nos AVAs atuais devam ser substituídos. A grande popularização dos ambientes disponíveis atualmente, indica claramente que eles podem contribuir muito com o processo de aprendizado. Sendo assim, a incorporação das idéias da Web 2.0 aos AVAs atuais pode ser feita através da

criação de uma nova camada que aproveite as tecnologias disponíveis na Web 2.0, acrescentando novas possibilidades educacionais que valorizem cada vez mais as idéias da teoria construtivista.

Características de um ambiente de E-learning 2.0

A seguir, identificamos algumas características que devem estar presentes num ambiente deste tipo. (Bomfim, Assis e Sampaio, 2007)

Difusão de conteúdos. A sindicacão permite que um sítio ofereça continuamente através de um formato padronizado (RSS ou Atom), as alterações mais recentes em seus conteúdos, fazendo com que a informação vá ao usuário antes que este a procure. As aplicações da Web 2.0, como blogs, wikis, sítios de compartilhamento de imagens e vídeos, favoritos compartilhados, em geral, implementam automaticamente a sindicacão. Consequentemente, esta prática pode facilitar a comunicacão entre os aprendizes, ou entre estes e o professor, na medida em que estas aplicações sejam utilizadas.

Adaptabilidade e personalizacão. Uma das bases da Web 2.0 é o incentivo à produçao independente de diversos tipos de conteúdo e a fácil integracão destes num só ambiente. O uso desta técnica permite a personalizacão do ambiente de aprendizagem de forma que este possa ser adaptado às diferentes necessidades dos estudantes que o utilizarão.

Uso de ferramentas externas. A internet dispõe de inúmeras ferramentas que podem ser utilizadas no contexto educacional. O ambiente não deve obrigar seus usuários a utilizar suas próprias soluções.

Aderência a padrões. Novas ferramentas têm sido desenvolvidas a cada momento. A adesão da plataforma aos padrões existentes permite a incorporacão e o aproveitamento de novas ferramentas de aprendizado ao ambiente de ensino.

Exploracão da inteligência coletiva. Os próprios usuários devem ser capazes de categorizar e identificar informacões através do uso de palavras chaves cuja definicão é realizada a partir do linguajar natural da comunidade que a utiliza. Entre suas principais utilidades estão: a ajuda para encontrar novamente algo que já foi encontrado antes, e o fato de promover efeitos sociais

decorrentes do agrupamento informal de pessoas que passam a utilizar uma determinada palavra-chave.

Recentemente, algumas soluções tentando incorporar estas características têm sido propostas. O L2 (Pitner e Drasil, 2006) é um exemplo de protótipo que tenta facilitar a integração de outros recursos XML disponíveis na Internet e permitindo sua personalização através de anotações.

5.2. Ambientes Pessoais de Aprendizagem

Os cada vez mais, freqüentes avanços tecnológicos, a globalização, a necessidade de constante atualização profissional, e a grande disponibilidade de informação a que estamos expostos no dia-a-dia, são fatores que tornam a aprendizagem informal e continuada, cada vez mais necessária no mundo atual.

O aprendizado é um fenômeno social. A maior parte do que aprendemos, o fazemos a partir do contato com outras pessoas. Nas empresas, a participação em cursos e treinamentos formais é responsável pelo aprendizado de apenas 10 a 20% do que aprendemos no ambiente de trabalho, sendo que o restante é aprendido informalmente através de processos como: observação, convivência com colegas de trabalho ou tentativa e erro (Cross, 2006). Desta forma, o ser humano está sempre aprendendo. Este é o conceito de educação continuada¹⁴ (Aspin e Chapman, 2001). Seja motivado por interesses pessoais, sociais ou profissionais, estamos freqüentemente envolvidos com atividades que resultam direta ou indiretamente num aumento de nossos conhecimentos, habilidades e competências em alguma área particular.

A possibilidade de conectar-se à Internet através de diferentes dispositivos e a popularização das conexões através de redes sem fio e banda-larga, tornam a Internet cada vez mais presente, oferecendo novas oportunidades para o uso de TICs em educação. Assim, estas tecnologias podem ser ferramentas potencialmente muito poderosas para o apoio a estes processos de aprendizado.

Segundo Wilson et al (2006), o modelo dominante de utilização das TICs no apoio ao ensino está baseado na utilização dos recursos oferecidos pelos AVAs atuais. Apesar destas ferramentas

¹⁴ Do inglês: Lifelong Learning

serem alvo de constantes aperfeiçoamentos em função do desenvolvimento de novas tecnologias, elas continuam seguindo um modelo que tenta replicar a educação convencional na sala de aula: o professor é o reprodutor do conhecimento e os alunos são consumidores passivos. Este modelo, embora tenha sido utilizado com relativo sucesso ao longo dos últimos anos, não parece ser o mais adequado quando se trata de apoiar o aprendizado individual, informal e continuado. Os requisitos a serem satisfeitos pela implementação de um ambiente computacional que apóie a aprendizagem continuada, diferem consideravelmente das necessidades de um curso ou treinamento formal (Koper e Tattersall, 2004).

Para Wilson et al (2006) existe um modelo alternativo, que privilegia a educação continuada e informal, cujas idéias encontram-se ainda em discussão, que vêm atraindo um interesse cada vez maior na área de educação a distância. A Tabela 1 sistematiza esta opinião com uma comparação entre as características destes dois modelos de utilização das tecnologias na educação.

Tabela 1 – Comparação entre os modelos, dominante e alternativo (Wilson et al, 2006).

Modelo Dominante	Modelo Alternativo
Foco na utilização de ferramentas dentro do contexto de um curso – O aprendizado segue o padrão institucional onde o conhecimento é dividido em unidades discretas como cursos, disciplinas ou turmas. Normalmente não é possível compartilhar conteúdo entre cursos diferentes apoiados pelo mesmo ambiente.	Foco na coordenação de conexões entre os usuários e os serviços – Ao invés de integrar ferramentas num único contexto, o sistema deve coordenar as conexões entre os usuários e os diversos serviços disponíveis na Internet. O aprendizado é orientado às competências. Permite a integração de experiências nas atividades educacionais, assim como de trabalho ou de lazer.
Distinção clara entre os papéis desempenhados por professores e alunos – Se por um lado os alunos são chamados a serem criativos e a participar, por outro, eles esbarram nos limites impostos pela própria filosofia das ferramentas.	Não existe distinção de papéis. Ao utilizar um serviço, qualquer usuário pode ser produtor ou consumidor do conhecimento. Usuários devem poder organizar seus recursos livremente, gerenciando seus contextos e adotando novas ferramentas que se adaptem melhor às suas necessidades.
O modelo organizacional, centrado no curso, e os limites impostos aos alunos, no que diz respeito à organização dos seus espaços, fazem com que a experiência dos usuários seja muito homogênea. Todos vivenciam o aprendizado da mesma forma, através dos mesmos conteúdos e das mesmas ferramentas.	O contexto é individualizado. Cada usuário tem a possibilidade de reorganizar as informações dentro do contexto estudado, de acordo com os seus interesses particulares.
Aderência a um conjunto de padrões e especificações de e-learning, que auxiliem a integração de objetos de aprendizagem em diferentes ambientes. Entretanto, alguns padrões como o RSS, não têm sido utilizados por estas ferramentas, provavelmente devido às suas naturezas fechadas que desencorajam o livre compartilhamento de conteúdos.	Uso de padrões abertos da Internet e APIs leves. O ambiente do aluno não deve ser baseado apenas em serviços oferecidos pelas instituições. Deve ser possível integrar serviços externos. Para isso os serviços oferecem APIs proprietárias ou aderem a padrões abertos.
Seguindo o modelo institucional, os AVAs, em geral, restringem o acesso aos conteúdos e discussões de um curso, somente aos seus alunos, enquanto eles forem alunos. Assim, os materiais publicados têm seus direitos autorais protegidos.	Ênfase nos conteúdos abertos e no reaproveitamento, no compartilhamento de conhecimento e não na proteção de seus direitos autorais. Uso de licenças Creative Commons que permitam consultar, modificar e republicar livremente seus conteúdos.
A instalação e gerência do AVA é realizada por uma instituição, que o torna disponível para seus alunos, durante o período em que estes estejam envolvidos com as atividades do curso.	Ferramentas pessoais, com o objetivo de coordenar serviços e informações do interesse de cada usuário, que não fica restrito aos serviços oferecidos por uma instituição específica, utilizando-se dos serviços da Internet de uma maneira geral.

Estas considerações conceituais levaram à idéia dos Ambientes Pessoais de Aprendizagem (APA)¹⁵. Embora não exista ainda um consenso do que seja a definição de um APA, pode-se dizer que eles são mecanismos que permitem que indivíduos acessem, e organizem de forma sistematizada, artefatos utilizados em seus processos de aprendizado. Alguns conceitos importantes incorporados pelos APAs são: a integração do aprendizado formal com o informal numa única experiência; o uso de redes sociais para comunicação além das fronteiras das instituições; e o uso de protocolos de rede (Peer-to-Peer, serviços web, sindicância) de forma a conectar recursos e sistemas dentro de um espaço pessoal do usuário.

Um APA não é uma aplicação e sim uma composição de ferramentas – baseadas em software social – que são utilizadas no dia-a-dia do usuário e que podem ser utilizadas com o intuito de promover o aprendizado. Aplicações típicas da Web 2.0 como blogs, wikis, compartilhamento de arquivos multimídia e compartilhamento de favoritos, podem ser incorporadas num ambiente deste tipo (Attwell, 2007). Segundo Harmelen (2006), além do acesso às aplicações, os APAs devem prover uma interface padronizada para os ambientes utilizados por diferentes instituições de ensino, com a adoção de portfólios como forma de sistematizar o conhecimento adquirido em diferentes contextos criando um registro permanente do aprendizado e permitindo que os trabalhos realizados pelo aluno sejam mantidos entre estas instituições. Desta forma, um APA é um sistema para apoio ao aprendizado individual capaz de prover acesso a diferentes serviços, entre eles os AVAs.

Um aspecto fundamental dos APAs é permitir a organização das informações e do conhecimento adquirido. Para isso são adequados mecanismos para classificação como a utilização de palavras-chaves (tags), e a criação de listas de recursos (como as playlists do iTunes). Estes mecanismos facilitam a localização das informações e o compartilhamento entre os usuários, uma vez que são mais flexíveis que o simples armazenamento numa hierarquia de pastas. (Wilson et al., 2006)

Alguns exemplos de APAs

A partir das questões apresentadas anteriormente, alguns projetos acadêmicos tiveram como objetivo o desenvolvimento de ferramentas computacionais que pudessem ser utilizadas como

¹⁵ Do inglês Personal Learning Environment (PLE)

Ambientes Pessoais de Aprendizagem. São, na sua maioria, protótipos que foram construídos com o intuito de explorar a viabilidade da aplicação dos conceitos aqui descritos. Mencionaremos então, as principais iniciativas neste sentido.

Colloquia

O Colloquia¹⁶ foi uma iniciativa anterior à Web 2.0 de criar um groupware educacional, cujos princípios são semelhantes aos dos APAs. É considerado o primeiro sistema peer-to-peer de apoio ao aprendizado. Segundo Liber (2000), o foco das ferramentas educacionais (AVAs) tem sido mais na publicação de novos conteúdos e na replicação do ambiente da sala de aula, do que no aspecto mais importante do processo de aprendizado que é a interação entre professores e alunos. Assim, o Colloquia é uma ferramenta pessoal que tenta se afastar deste paradigma, na direção de um modelo onde o aprendizado é baseado na interação entre os participantes.

The Manchester Framework

O Manchester Framework foi desenvolvido na forma de um arcabouço para agregação de serviços. Pode ser utilizado tanto como AVA, quanto como APA.

PLEX

O Plex¹⁷ teve sua primeira versão beta disponível em 2006, desenvolvida pela equipe do projeto PLE da Universidade de Bolton com o apoio do JISC (Joint Information Systems Committee) e do CETIS (Centre for Educational Technology & Interoperability Standards) da Inglaterra. Implementa três conceitos básicos: recursos, pessoas e atividades, onde pessoas possuem recursos e se envolvem em atividades. O aluno determina as oportunidades de aprendizado baseado em seus objetivos, transformando-as depois em atividades. Este modelo incentiva a colaboração através do compartilhamento de recursos e atividades. Foram criadas duas versões do PLEX. A primeira é uma aplicação desenvolvida sobre o Eclipse¹⁸, na forma de um plugin, enquanto a segunda foi desenvolvida na forma de um portal Web.

¹⁶ Disponível em <http://www.colloquia.net>

¹⁷ Disponível em <http://sourceforge.net/projects/ple-project>

¹⁸ Disponível em <http://www.eclipse.org/>

Flock

O Flock¹⁹ é um navegador baseado no código-fonte do Mozilla Firefox. Seu principal diferencial em relação aos demais navegadores é a integração nativa de alguns serviços da Web 2.0. Algumas destas características são: acesso direto aos principais serviços de blog, favoritos podem ser armazenados localmente ou remotamente através do del.icio.us, plugin para o serviço Flickr que permite visualizar diretamente as imagens armazenadas, facilidades para gerência e visualização de RSS.

O Flock é um navegador que se propõe a simplificar a contribuição e a participação na Web. Estas características permitem considerá-lo um ambiente possível de ser utilizado como um APA.

Elgg

O Elgg/EduSpaces²⁰ é um software-livre que incorpora uma rede de relacionamentos que permite a agregação de conteúdos através de blogs e portfólios.

PebblePAD

O PebblePAD²¹ é o primeiro produto comercial disponível. Consiste de um sistema de Portfólio projetado para apoiar o processo de aprendizado.

¹⁹ Disponível em <http://www.flock.com/>

²⁰ Disponível em <http://elgg.org/>

²¹ Disponível em <http://www.pebblelearning.co.uk/>

6. Considerações Finais

Hoje em dia, os princípios da Web 2.0 estão cada vez mais presentes na Internet. Este fato é evidenciado pela crescente popularização de aplicativos que utilizam a web como plataforma e valorizam a inteligência coletiva, entre outras características. Os usuários deixam de ser apenas receptores de informação, para serem participantes mais ativos no processo de produção de conteúdos. Embora seja freqüente o surgimento de novas tecnologias relacionadas, ainda há muito a ser pesquisado. Alguns exemplos de temas emergentes são: a integração da Web 2.0 com a Web semântica através de microformatos e ontologias; arquiteturas para o desenvolvimento de software utilizando a web como plataforma; aplicações de Redes Sociais e questões relacionadas à privacidade, segurança e confiabilidade das informações.

Esta nova forma de encarar a Web abre caminhos para inúmeras aplicações educacionais. Apesar de ferramentas e serviços como Blogs, Wikis, Compartilhamento de favoritos e de arquivos multimídia, Redes Sociais e Podcasts, estarem sendo cada vez mais utilizadas para aumentar a colaboração e a participação entre os aprendizes, não existe ainda uma abordagem padronizada para agregar estes componentes num ambiente educacional. Assim, temos visto muitas iniciativas isoladas neste sentido. Os Ambientes Pessoais de Aprendizagem - mecanismos que permitem que indivíduos acessem, e organizem de forma sistematizada, os artefatos utilizados em seus processos de aprendizagem - parecem ser uma abordagem adequada para esta questão. Também neste aspecto, ainda há muito campo para pesquisas. Entretanto não existe ainda uma ferramenta estabelecida que siga estes princípios que possa ser adotada.

Desde meados de 2006, o GINAPE – NCE/UFRJ está envolvido no estudo destas tecnologias e no desenvolvimento de um ambiente de E-learning 2.0 para a UFRJ, o AvaNCE (Bomfim, Assis e Sampaio, 2007). Este ambiente utiliza as tecnologias da Web 2.0 de forma a permitir a incorporação dinâmica de novas funcionalidades para a promoção do aprendizado, dando ao usuário (professor e/ou aluno) o poder de escolher ferramentas que melhor se adaptem aos seus objetivos educacionais.

Além de se propor a ser uma plataforma para uso pela própria comunidade da UFRJ, este ambiente permitirá a incorporação de novas ferramentas a partir de projetos de pesquisa que

explorem aspectos específicos do processo de aprendizado. Assim, o AvaNCE vem sendo concebido como um laboratório de pesquisa, fazendo com que futuros trabalhos possibilitem o desenvolvimento de novos módulos, que possam ser incorporados ao próprio ambiente, transformando-se num programa de pesquisa-ação a distância conforme proposto por Elia e Sampaio (2001), quando do desenvolvimento da PII - Plataforma Interativa para a Internet²².

²² Disponível em <http://pii.nce.ufrj.br>

Referências:

Anderson, P. 2007, **What is Web 2.0? Ideas, technologies and implications for education**
JISC Technology and Standards Watch, Feb. 2007. Disponível em:

<<http://www.jisc.ac.uk/media/documents/techwatch/tsw0701b.pdf> >. Acesso em agosto de 2007.

Asleeson, R; Schutta, N. **Foundations of Ajax**. Apress, 2006. 273p.

Attwell, G. **Personal Learning Environments – the future of eLearning?** In: eLearning
Papers, vol.2, n.1, January 2007. ISSN 1887-1542. Disponível em:

<http://www.elearningeuropa.info/files/media/media11561.pdf>. Acesso em: outubro de 2007.

Becker, F. **O que é Construtivismo?** Revista de Educação AEC, Ano 21, Nº 23, Abril/Junho de
1992. Disponível em: http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_20_p087-093_c.pdf. Acesso
em abril de 2007.

Berners-Lee, T; Masinter, L; McCahill, M. **Uniform Resource Locators (URL)**, December
1994. Disponível em: <http://www.ietf.org/rfc/rfc1738.txt> Acessado em dezembro de 2007.

Berners-Lee, T., Fielding, R, Masinter, L; **Uniform Resource Identifiers (URI): Generic
Syntax**, RFC 3986. January 2005. Disponível em: <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc3986.txt> Acessado
em dezembro de 2007.

Bomfim, M; Assis, J; Sampaio, F. **Avance: um ambiente de ensino e aprendizagem baseado
na Web 2.0**. Proceedings... Conferência Ibero-Americana WWW/Internet - CIAWI 2007. Vila
Real - Portugal, 7 e 8/10/2007.

Booth, D; Haas, H; McCabe, F; Newcomer, E; Champion, M; Ferris, C; Orchard, D. **Web
Services Architecture**. W3C Working Group Note, <http://www.w3.org/TR/ws-arch/>, 11
February 2004.

Booth, D; Liu, C K. **Web Services Description Language (WSDL) Version 2.0 Part 0: Primer**. W3C Recommendation, <http://www.w3.org/TR/2007/REC-wsdl20-primer-20070626/>, 26 June 2007

Bray, T; Paoli, J; Sperberg-McQueen, C M; Maler, E; Yergeau, F; **Extensible Markup Language (XML) 1.0** (Fourth Edition). W3C Recommendation, <http://www.w3.org/TR/REC-xml/>, 16 August 2006.

Brown, M, **Mashing up the Once and Future CMS**. In: EDUCAUSE Review. March/April, 2007, Volume 42, Number 2. Disponível em: <http://www.educause.edu/apps/er/erm07/erm0725.asp?bhcp=1>. Acesso em abril de 2007.

Bull, G. **Collaboration in a Web 2.0 environment**. Learning & Leading with Technology 33.7 (April 2006): 23(2). General Reference Center Gold. Thomson Gale. St. Michael's College - Jeremiah Durick. 28 Nov. 2006
<http://find.galegroup.com/itx/infomark.do?&contentSet=IAC-Documents&type=retrieve&tabID=T002&prodId=GRGM&docId=A144351384&source=gale&srprod=GRGM&userGroupName=vol_b92stm&version=1.0>.

Clark, J.; **XSL Transformations (XSLT) Version 1.0**. W3C Recommendation, <http://www.w3.org/TR/xslt>, 16 November 1999.

Cross, J.; **Informal Learning: Rediscovering the Natural Pathways That Inspire Innovation and Performance**. 320 p. Publisher: Pfeiffer (November 10, 2006). ISBN-10: 0787981699
ISBN-13: 978-0787981693

Downes, S., 2004, **Educational Blogging**. In: EDUCAUSE Review, vol. 39, no. 5 (September/October 2004). pp.14–26. Disponível em: <<http://www.educause.edu/pub/er/erm04/erm0450.asp>>. Acesso em dezembro de 2006.

Downes, S., 2005, **E-learning 2.0**. In: eLearn Magazine, volume 2005, issue 10 (October 2005), ACM Press: New York, NY, USA, 2005, p.1

Ebersbach, A; Glaser, M; Heigl, R. **Wiki - Web Collaboration**. Springer-Verlag, 2006. 383 p.

ECMA, **ECMAScript Language Specification**. Standard ECMA-262 3rd Edition, December 1999. 188p. Disponível em: <http://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-ST/Ecma-262.pdf>

Elia, M.F. e Sampaio, F.F., 2001, **Plataforma Interativa para a Internet: uma proposta de pesquisa-ação a distância para professores**. Anais: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), 2001, Vitória, ES. pp.102-105.

Feldstein, M.; Masson, P., 2006, **Unbolting the Chairs: Making Learning Management Systems More Flexible**. In: eLearn Magazine, Volume 2006, Issue 1 (January 2006), Column: Tutorial. ACM Press: New York, NY, USA, 2006. Disponível em: <http://www.elearnmag.org/subpage.cfm?section=tutorials&article=22-1>. Acesso em abril de 2007.

Fielding, R., T.; **Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures**, PhD Dissertation, University of California, Irvine, USA, 2000. Disponível em: <http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>. Acesso em maio de 2007.

Franco, M. F.; **Blog Educacional: ambiente de interação e escrita colaborativa**. SBIE-2005. URL: <http://penta3.ufrgs.br/PEAD/Semana01/blogeducacionalsbie2005.pdf>

FUMERO A.; AGUIRRE, S; TAPIADOR, A; SALVACHÚA, J.; **Next-Generation Educational Web**. In: Proceedings of the 12th International Conference on Concurrent Enterprising (ICE2006), Milan, Italy, June 2006. Disponível em: <http://jungla.dit.upm.es/~saguirre/publications/NewGeneration.pdf>. Acesso em abril de 2007.

Garrett, J. J.; **Ajax: a new approach to web applications**. 2005. Disponível em: <http://www.adaptivepath.com/ideas/essays/archives/000385.php>

Gomes, M., J.; **Blogs: um recurso e uma estratégia pedagógica** - VII Simpósio Internacional de Informática Educativa–SIIE05, 2005. Disponível em:

<http://creazeitao.googlepages.com/BlogsUtilEducUNIVMINHO.pdf>. Acesso em novembro de 2007.

Gottschalk, K., & Graham, S. (2002). **Introduction to Web Services Architecture**. IBM Systems Journal, 41(2), 178-198. Disponível em: <http://www.research.ibm.com/journal/sj/412/gottschalk.pdf>. Acesso em: dezembro de 2007.

Hammond, T.; Hannay, T.; Lund, B.; Scott, J.; **Social Bookmarking Tools (I) A General Review**. D-Lib Magazine. April 2005, Volume 11 Number 4. ISSN 1082-9873. URL: <http://www.dlib.org/dlib/april05/hammond/04hammond.html>

Harmelen, M. van, **Personal Learning Environments**. In: Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2006, 5-7 July 2006, Kerkrade, The Netherlands. IEEE Computer Society, 2006, pp. 815-816.

IETF, **RFC-4287 The Atom Syndication Format**. December, 2005. Disponível em: <http://tools.ietf.org/html/rfc4287>

IETF, **RFC-5023 The Atom Publishing Protocol**. October, 2007. Disponível em: <http://tools.ietf.org/html/rfc5023>

Johnson, D.; **RSS and Atom in Action: Web 2.0 Building Blocks**. Manning Publications Co., 2006. 368p. ISBN 1932394494.

Json.org , **Introducing JSON**. Disponível em: <http://www.json.org>

Lévy, Pierre. **A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço**. Tradução Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Edições Loyola, 1998. 212p.

Liber, O; **Colloquia – a conversation manager**. In: Journal: Campus-Wide Information Systems
ISSN: 1065-0741. 2000 Volume: 17 Issue: 2 pp56-62. DOI: 10.1108/10650740010326618.

Publisher: MCB UP Ltd. Disponível em:

<http://www.emeraldinsight.com/10.1108/10650740010326618>. Acesso em outubro de 2007.

LUND, A; SMØRDAL, O.; **Is There a Space for the Teacher in a WIKI?** In: Proceedings of the
2006 international symposium on Wikis. SIGWEB : ACM Special Interest Group on Hypertext,
Hypermedia, and Web, 2006, Odense, Denmark. **Proceedings...** ACM Press New York, NY,
USA. ISBN:1-59593-413-8, pp.37-46.

Lund, B.; Hammond, T.; Flack, M.; Hannay, T.; **Social Bookmarking Tools (II) A Case Study
– Connotea**. D-Lib Magazine. April 2005, Volume 11 Number 4. ISSN 1082-9873. URL:
<http://www.dlib.org/dlib/april05/lund/04lund.html>

McCandless, M., **The MP3 revolution** *Intelligent Systems and Their Applications, IEEE [see
also IEEE Intelligent Systems]* , vol.14, no.3, pp.8-9, May/Jun 1999
URL: <http://ieeexplore.ieee.org/iel5/5254/16695/00769875.pdf?isnumber=16695?arnumber=769875&arnumber=769875&arSt=8&ared=9&arAuthor=McCandless%2C+M>.

Miller, J. **Yadis specification**. Technical report, March 2006. Disponível em:
<http://yadis.org/papers/yadis-v1.0.pdf>. Acessado em dezembro de 2007.

Mitra, N.; Lafon, Y.; **SOAP Version 1.2 Part 0: Primer (Second Edition)**. W3C
Recommendation, <http://www.w3.org/TR/2007/REC-soap12-part0-20070427/>, 27 April 2007

Moreira, M. A., 1999. **Teorias de Aprendizagem** EPU, São Paulo. ISBN 85-12-32140-7.

Myllyniemi, A. **Identity Management Systems: A Comparison of Current Solutions**. Seminar
on Network Security 2006. Disponível em:
http://www.tml.tkk.fi/Publications/C/22/papers/Myllyniemi_final.pdf Acessado em dezembro de
2007.

Nunes, S.; David, G.; **Uma arquitetura Web para Serviços Web**. 2005. XATA 2005 – XML: Aplicações e Tecnologias Associadas. Pp.205-215. Braga, Portugal, 10 e 11 de fevereiro de 2005. Disponível em: https://www.fe.up.pt/si/publs_pesquisa.formview?p_id=12085

Oasis. **Extensible Resource Identifier (XRI) Resolution Version 2.0** - Committee Draft 02. 25 November 2007. Disponível em: <http://docs.oasis-open.org/xri/2.0/specs/cd02/xri-resolution-V2.0-cd-02.pdf> Acessado em dezembro de 2007.

O'Reilly, T., 2005, **What is Web 2.0? Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software**. Disponível em: <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>. Acesso em: outubro de 2006.

Pitner, T.; Drasil, P., 2006, **An E-learning 2.0 Environment - Principles, Technology and Prototype**. Proceedings of 6th International Conference on Knowledge Management, Graz, Graz University of Technology, Austria. ISSN 0948-6968, 2006, vol. 2006, no. 1, pp. 543-1092.

Powell, A; Recordon, D. **OpenID: Decentralised Single Sign-on for the Web**. 30-April-2007. Ariadne Issue 51. Disponível em: <http://www.ariadne.ac.uk/issue51/powell-recordon/> Acessado em dezembro de 2007.

Rollett, H; Lux, M; Strohmaier, M; Dösinger, G; Tochtermann, K. **The Web 2.0 way of learning with technologies**. In: International Journal of Learning Technology. Issue: Volume 3, Number 1 / 2007. pp 87-107. Disponível em: http://www.cs.toronto.edu/~mstrohm/documents/2007_JoLT_Learning.pdf. Acesso em abril de 2007.

Stenback, J.; Heninger, A; **Document Object Model (DOM) Level 3 Load and Save Specification Version 1.0**. W3C Recommendation, <http://www.w3.org/TR/DOM-Level3-LS/>, 07 April 2004

The Open Group. **Single sign-on**. 2005. Disponível em: <http://www.opengroup.org/security/sso/>. Acessado em dezembro de 2007.

VYGOTSKY S. L.(1998) **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

W3C HTML Working Group; **XHTML™ 1.0 The Extensible HyperText Markup Language (Second Edition) - A Reformulation of HTML 4 in XML 1.0**. W3C Recommendation, <http://www.w3.org/TR/xhtml1/>, 26 January 2000, revised 1 August 2002

Wang, C.; Turner, D., **Extending the wiki paradigm for use in the classroom**, *Information Technology: Coding and Computing, 2004. Proceedings. ITCC 2004. International Conference on* , vol.1, no., pp. 255-259 Vol.1, 5-7 April 2004
URL: <http://ieeexplore.ieee.org/iel5/9035/28682/01286462.pdf?isnumber=28682? =STD&arnumber=1286462&arnumber=1286462&arSt=+255&ared=+259+Vol.1&arAuthor=Chien-min+Wang%3B+Turner%2C+D>.

Wilson, S.; Liber, O; Beauvoir, P; Milligan, C; Johnson, M; Sharples, P., 2006. **Personal Learning Environments: Challenging the dominant design of educational systems**. Proceedings of the 2nd International Workshop on Learner-Oriented Knowledge Management and KM-Oriented Learning (LOKMOL 06), in conjunction with the First European Conference on Technology-Enhanced Learning (ECTEL 06). pp 67-76. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/1820/727> >. Acesso em: dezembro de 2006.

Yoshizaki, K; (2006) **Development of Social Networking Site for Learning Purposes**. In: Proceedings of the Fifth IASTED international conference on Web-based education, 2006, Puerto Vallarta, Mexico. Proceedings... ACTA Press: Anaheim, CA, USA, 2006. ISBN ~ ISSN:1482-7905 , 0-88986-541-8. pp.106-111.